

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей Школы  
неразрушающего контроля и  
безопасности

Д.А. Седнев

«12» 03 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Цифровые технологии в медико-биологических исследованиях**

|                                                                                                                              |                                              |         |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----------------|
| Направление подготовки/<br>специальность                                                                                     | 12.04.04 Биотехнические системы и технологии |         |                 |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))                                                                      | Биомедицинская инженерия                     |         |                 |
| Специализация                                                                                                                | Биомедицинская инженерия                     |         |                 |
| Уровень образования                                                                                                          | высшее образование - магистратура            |         |                 |
| Курс                                                                                                                         | 2                                            | семестр | 3               |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)                                                                               | 6                                            |         |                 |
| Виды учебной деятельности                                                                                                    | Временной ресурс                             |         |                 |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                                                                                         | Лекции                                       | 8       |                 |
|                                                                                                                              | Практические занятия                         | 0       |                 |
|                                                                                                                              | Лабораторные занятия                         | 56      |                 |
|                                                                                                                              | ВСЕГО                                        | 64      |                 |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                    |                                              |         | 152             |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с<br>выделенной промежуточной аттестацией (курсовой<br>проект, курсовая работа) |                                              |         | курсовая работа |
| ИТОГО, ч                                                                                                                     |                                              |         | 216             |

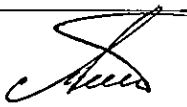
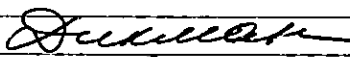
Вид промежуточной  
аттестации

Экзамен,  
диф.зачет

Обеспечивающее  
подразделение

**ОЭИ ИШНКБ**

Заведующий кафедрой -  
руководитель отделения на  
правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

|                                                                                      |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|   | П.Ф. Баранов |
|  | Е.Ю. Дикман  |
|   | И.А. Лежнина |

2020г

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п.5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                               | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                              | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                             |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                        | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                           | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                |
| ОПК(У)-3        | Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач                                   | И.ОПК(У)-3.2                      | Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием информационных систем и технологий               | ОПК(У)- 3.2В1                                               | Владеет навыками по решению актуальных задач биомедицинской инженерии на основе применения современных информационных технологий            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ОПК(У)- 32.У1                                               | Умеет формулировать новые идеи и подходы на основе информационных систем и технологий к решению инженерных задач                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ОПК(У)- 3.231                                               | Знает возможности современных информационных систем и технологий для решения задач в сфере биомедицинской инженерии                         |
| ПК(У)-3         | Способен выбирать метод и разрабатывать программу экспериментальных исследований, проводить медико-биологические исследования с использованием технических средств, выбирать метод обработки результатов исследований. | И.ПК(У)-3.3                       | Обрабатывает и анализирует результаты медико-биологических исследований.                                                     | ПК(У)- 3.3В1                                                | Владеть навыками анализа результатов экспериментальных исследований;                                                                        |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ПК(У)- 3.3У1                                                | Уметь формировать заключение и выводы по результатам исследования биотехнических систем и анализа свойств процессов, протекающих в системах |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ПК(У)- 3.331                                                | Знать аппаратные и программные средства, необходимые для автоматизированного анализа биомедицинской информации при проведении экспериментов |
| ПК(У)-4         | Способен проектировать инновационные биотехнические системы и технологии                                                                                                                                               | И.ПК(У)-4.2.                      | Ставит задачи проектирования инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения.. | ПК(У)- 4.2В1                                                | Владеет навыками разработки структуры биотехнических систем и медицинских изделий                                                           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ПК(У)- 4.2У1                                                | Умеет разрабатывать структуры медико-биологических систем, требования к техническим и биологическим элементам                               |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ПК(У)- 4.232                                                | Знает свойства исследуемых физиологических сигналов                                                                                         |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ПК(У)- 4.233                                                | Знает принципы действия измерительных преобразователей (датчиков), особенности измерения в области биомедицинских исследований;             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                              | ПК(У)- 4.234                                                | Знает методы обработки сигналов и изображений                                                                                               |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенций |                                    | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                 |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                          | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения | Код                                                         | Наименование                                                                    |
|                 |                          |                                   |                                    | ПК(У)- 4.235                                                | Знает структуру и принципы организации медико-технических информационных систем |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                              | Индикатор достижения компетенции            |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                 |                                             |
| РД1                                           | Применять знания принципов построения цифровых систем на базе современных микроконтроллеров. | И.ОПК(У)-3.2<br>И.ПК(У)-4.2.                |
| РД2                                           | Выполнять расчеты и проектирование цифровых устройств в составе медицинского оборудования.   | И.ПК(У)-3.3<br>И.ПК(У)-4.2.                 |
| РД3                                           | Разрабатывать алгоритмы и программные коды для обработки медико-биологической информации.    | И.ОПК(У)-3.2<br>И.ПК(У)-3.3<br>И.ПК(У)-4.2. |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                       | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел 1. Многоразрядные микроконтроллеры ЦОС            | РД1, РД2                                     | Лекции                    | 2                 |
|                                                          |                                              | Практические занятия      | 0                 |
|                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 24                |
|                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 48                |
| Раздел 2. Интерфейсы приема-передачи данных              | РД1, РД2                                     | Лекции                    | 2                 |
|                                                          |                                              | Практические занятия      | 0                 |
|                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 8                 |
|                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 24                |
| Раздел 3. Цифровые методы обработки медицинских сигналов | РД3                                          | Лекции                    | 4                 |
|                                                          |                                              | Практические занятия      | 0                 |
|                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 24                |
|                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 80                |

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Многоразрядные микроконтроллеры ЦОС

*Данный раздел посвящен изучению современных 32-разрядных микроконтроллеров на примере микроконтроллера STM32F407.*

##### Темы лекций:

1. Микроконтроллеры для цифровой обработки аналоговых сигналов.
2. Микроконтроллер семейства STM32F4x.

##### Названия лабораторных работ:

1. Порты ввода/вывода микроконтроллера STM32F407. Система прерываний.
2. Таймеры-счетчики микроконтроллера STM32F407.
3. Аналогово-цифровой и цифро-аналоговый преобразователи микроконтроллера STM32F407.

#### Раздел 2. Интерфейсы приема-передачи данных

*В данном разделе рассматриваются базовые интерфейсы приема-передачи данных.*

##### Темы лекций:

1. Виды интерфейсов приема-передачи данных.

##### Названия лабораторных работ:

1. Асинхронный интерфейс UART.
2. Реализация приема-передачи данных микроконтроллер-ПК.

#### Раздел 3. Цифровые методы обработки медицинских сигналов

*В данном разделе рассматриваются вопросы обработки медицинских сигналов с применением современных алгоритмов ЦОС.*

##### Темы лекций:

1. Основы цифровой обработки сигналов.
2. Цифровые фильтры.

##### Названия лабораторных работ:

1. Основы цифровой обработки сигналов.

2. Цифровая обработка медицинских сигналов.
3. Методы расчета цифровых фильтров.
4. Методы обработки медицинских сигналов.

### **Темы курсовых работ:**

Курсовые работы направлены на разработку систем обработки медицинских сигналов.

Пример задания курсовой работы:

1. Выполнить расчет цифрового фильтра, реализовать цифровую фильтрацию в программе MathCAD.

Параметры фильтра:

- Тип фильтра – ФНЧ Баттерворта
- Порядок фильтра – 5
- Частота среза – 20 кГц
- Частота дискретизации – 100 кГц

Параметры сигнала:

- Тип сигнала – синусоидальный
  - Частота сигнала – 20 кГц
  - Частота помех – 30 и 50 кГц
2. Разработать алгоритм работы микроконтроллера для фильтрации сигналов
  3. Разработать алгоритм работы микроконтроллера для определения патологий в ЭКГ сигнале (брадикардия, тахикардия, аритмия) и определения ЧСС

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Выполнение курсовой работы;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

##### **Основная литература**

1. HazarathaiiahMalepati. Digital media processing : DSP algorithms using C [Electronic resource] / HazarathaiiahMalepati. — 1 компьютерный файл (pdf; 26 Mb). — Amsterdam: Elsevier, 2010. Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: AdobeReader. Схема  
доступа: [http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/science\\_book/Digital%20Media.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/science_book/Digital%20Media.pdf)
2. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. В. Якимов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.63 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: AdobeReader.. Схема  
доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2009/m44.pdf>

3. Цифровая обработка сигналов : практическое руководство для инженеров и научных работников : пер. с англ. / С. Смит. — Москва: Додэка-XXI, 2011. — 718 с.: ил. Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60986](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60986)
4. Цифровая обработка сигналов : учебник / С. Н. Воробьев. — Москва: Академия, 2013. — 320 с.: ил.

#### **Дополнительная литература**

1. Васюков В.Н., Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в системах подвижной радиосвязи: учебник / В. Н. Васюков. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006. — 292 с. : ил.
2. Сигнальные микропроцессоры и их применение в системах телекоммуникаций и электроники: учебное пособие / В. С. Сперанский. — М. : Горячая линия-Телеком, 2008. — 168 с. : ил.
3. Вальпа О.Д., Разработка устройств на основе цифровых сигнальных процессоров фирмы AnalogDevices с использованием Visual DSP++: Горячая линия-Телеком, 2007. — 270 с. : ил.
4. Буркин Е.Ю. Цифровые системы управления устройств силовой электроники: практикум – Томск.: Издательство ТПУ, 2007. – 80 с.
5. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М., Мир, 1990.
6. Л. Рабинер, Б. Гоулд, Теория и применение цифровой обработки сигналов, М, Мир, 1978.
7. Э. Айчицер, Б. Джервис, Цифровая обработка сигналов. Практический подход, М, Вильямс, 2004.
8. А.Б. Сергиенко, Цифровая обработка сигналов, СПб, Питер, 2003.
9. Каппелини В., Константи́нидис А. Дк., Эмилиани П. Цифровые фильтры и их применение. - М.: Энергоатомиздат, 1983
10. Рабинер Л, Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Пер. с англ.; Под ред. Ю. И. Александрова. - М.: Мир, 1978.
11. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. - СПб.: Питер, 2002.

#### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Микросхемы фирмы STMicroelectronics - <http://www.st.com>
2. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <https://new.znanium.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>
6. Научная электронная библиотека – [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

OwnCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

#### **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                              | Наименование оборудования                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30, строен.1<br>ауд. 211 | Комплект оборудования для проведения лабораторных работ:<br><br>Осциллограф цифровой запоминающий АКИП-4122/1 - 7 шт<br>Компьютер - 10 шт.; Принтер - 1 шт.. |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, профиля «Биомедицинская инженерия» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | ФИО         |
|-----------|-------------|
| Доцент    | И.А.Лежнина |
| Доцент    | С.Н.Торгаев |

Программа одобрена на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол от «30» июня 2020 г. №35).

Руководитель выпускающего отделения,  
к.т.н,

/П.Ф. Баранов/

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины<sup>1</sup>:**

| <b>Учебный<br/>год</b> | <b>Содержание /изменение</b>                                                                                                                                                               | <b>Обсуждено на<br/>заседании Отделения<br/>электронной<br/>инженерии. (протокол)</b> |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021/22<br>учебный год | 1. Обновлено планируемые результаты обучения по дисциплине.<br>2. Обновлено содержание разделов дисциплины.<br>3. Обновлен список литературы.<br>4. Обновлен перечень профессиональных баз | От 30.08.2021<br>№ 54                                                                 |
|                        |                                                                                                                                                                                            |                                                                                       |
|                        |                                                                                                                                                                                            |                                                                                       |
|                        |                                                                                                                                                                                            |                                                                                       |

---

<sup>1</sup>Ежегодное обновление программы с учетом развития науки, культуры, экономики, техники и технологий, социальной сферы.