

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА В БИОМЕДИЦИНЕ**

**Уровень высшего образования** бакалавриат  
**Направление подготовки** 11.03.03 - Конструирование и технология электронных средств

**Профиль:** 11.03.03.04. Конструирования и технология наноэлектронных средств

**Форма обучения** Очная

**Факультет** радиоконструкторский (РКФ)  
**Кафедра** Конструирования узлов и деталей РЭС (КУДР)

**Срок освоения ООП** нормативный, 4 года  
**Курс** 4 **Семестр** 7

**Учебный план набора 2013 года**

Распределение рабочего времени:

| №  | Виды учебной работы                          |           |           |           |           |           |           |           |           | Всего | Единицы |
|----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------|
|    |  | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 |       |         |
| 1  | Лекции                                       |           |           |           |           |           |           | 36        |           | 36    | часов   |
| 2  | Лабораторные работы                          |           |           |           |           |           |           | 8         |           | 8     | часов   |
| 3  | Практические занятия                         |           |           |           |           |           |           | 36        |           | 36    | часов   |
| 4  | Курсовой проект (КРС) (ауд.)                 |           |           |           |           |           |           |           |           |       |         |
| 5  | Всего аудиторных занятий (сумма 1 - 4)       |           |           |           |           |           |           | 80        |           | 80    | часов   |
| 6  | Из них в интерактивной форме                 |           |           |           |           |           |           | 28        |           | 28    | часов   |
| 7  | Самостоятельная работа студентов (СРС)       |           |           |           |           |           |           | 64        |           | 64    | часа    |
| 8  | Всего (без экзамена) (Сумма 5, 7)            |           |           |           |           |           |           | 144       |           | 144   | часов   |
| 9  | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена |           |           |           |           |           |           | 36        |           | 36    | часов   |
| 10 | Общая трудоемкость (Сумма 8, 9)              |           |           |           |           |           |           | 180       |           | 180   | часов   |
|    | (в зачетных единицах)                        |           |           |           |           |           |           | 5         |           | 5     | ЗЕТ     |

Экзамен 7 (седьмой) семестр

Томск 2016

### Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта №1333 высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств,

утвержденного 12 ноября 2015 г.

Направленность: 11.03.03.04 «Конструирование и технология нанoeлектронных средств»

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 24 мая 2016 г.  
протокол № 185

Разработчик: проф. каф. КУДР

  
С.Г. Ехин

Зав. кафедрой КУДР

  
А.Г. Лоцилов

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Декан РКФ

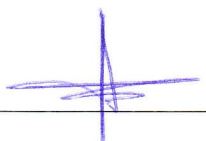
  
Д.В. Озеркин

Зав. выпускающей кафедрой КУДР

  
А.Г. Лоцилов

Эксперты:

Председатель методического совета РКФ



Председатель методической комиссии каф. КУДР

  
М.М. Славникова

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** преподавания дисциплины является формирование у студентов систематизированных знаний в медико-биологической и научно-технических областях и готовности применять полученные в университете знания не только для проектирования традиционных устройств РЭА, но и для проектирования биомедицинской аппаратуры.

**Задачи** изучения дисциплины:

- формирование профессионального самоопределения у студентов;
- формирование представления о биомедицинской микро- и нанoeлектронике;
- развитие профессионального подхода к решению различных технических задач в области конструирования биомедицинской аппаратуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП:

В структуре основной образовательной программы (ООП) дисциплина «Электроника и нанoeлектроника в биомедицине» относится к обязательным дисциплинам вариативной части базового цикла (Б1.В.ОД.10). Изучение курса базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Физика», «Химия», «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «Физика полупроводниковых структур», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Схемо- и системотехника электронных средств», «Интегральные устройства радиоэлектроники», «Основы конструирования электронных средств».

Знания, умения, навыки, а также компетенции, полученные в результате овладения данной дисциплиной, понадобятся при освоении курса «Конструирование и технология микро- и нанoeлектронных средств» и подготовке выпускной квалификационной работы.

Кроме того, данный курс помимо самостоятельного значения закладывает основы, необходимые для профессиональной деятельности будущих бакалавров и магистров, дополняя у них общее представление о выбранном профиле подготовки, его роли в развитии науки, техники и технологии.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Электроника и нанoeлектроника в биомедицине» направлен на формирование следующей компетенции:

Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7)

**В результате изучения данной дисциплины студенты должны:**

**знать:** общую информацию о современных физиологических и биофизических моделях функционирования организма человека, специфику электрических измерений биофизических и физиологических показателей организма, правила техники безопасности при электрических измерениях медико-биологических параметров и проектировании медико-биологической аппаратуры, особенности проектирования электронной аппаратуры, диагностических и терапевтических устройств в медицине; перспективы развития микро- и нанотехнологий в биомедицине;

**уметь:** оперировать терминами в области проектирования биомедицинской аппаратуры; использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии; измерять некоторые характеристики функционирования организма человека; разрабатывать новые устройства медицинской электроники с применением микропроцессорной техники и вычислительных систем;

**владеть:** современными методами сбора, обработки, анализа, систематизации научно-технической информации, представления результатов выполненной научно-исследовательской и конструкторской деятельности.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ зачетных единиц.

| Вид учебной работы                             | Всего часов | Семестры |   |            |   |
|--|-------------|----------|---|------------|---|
|  |             |          |   | 7          |   |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>              | <b>80</b>   |          |   | <b>80</b>  |   |
| В том числе:                                   | -           | -        | - | -          | - |
| Лекции   | 36          |          |   | 36         |   |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 8           |          |   | 8          |   |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 36          |          |   | 36         |   |
| Семинары (С)                                   |             |          |   |            |   |
| Коллоквиумы (К)                                |             |          |   |            |   |
| Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка) |             |          |   |            |   |
| <i>Другие виды аудиторной работы</i>           |             |          |   |            |   |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>          | <b>64</b>   |          |   | <b>64</b>  |   |
| В том числе:                                   | -           | -        | - | -          | - |
| Подготовка к лекциям и практическим занятиям.  | 18          |          |   | 18         |   |
| Презентация и защита самостоятельной работы    | 18          |          |   | 18         |   |
| <i>Другие виды самостоятельной работы</i>      | 28          |          |   | 28         |   |
| Вид промежуточной аттестации (экзамен)         | 36          |          |   | 36         |   |
| Общая трудоемкость час                         | <b>180</b>  |          |   | <b>180</b> |   |
| Зачетные Единицы Трудоемкости                  | <b>5</b>    |          |   | <b>5</b>   |   |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины  | Лекции | Лабора-<br>занятия | Практич.<br>занятия. | Курсовой<br>П/Р (КРС) | Самост.<br>работа<br>студента | Всего час.<br>(без экзам) | Формируе-<br>мые<br>компетенции |
|-------|--|--------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1.    | Вводная часть.   | 2      |                    | 2                    |                       |                               | 4                         | ОПК-7                           |
| 2.    | Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека. | 6      | 2                  | 6                    |                       | 8                             | 22                        | ОПК-7                           |
| 3     | Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.                | 4      | 2                  | 4                    |                       | 8                             | 18                        | ОПК-7                           |
| 4.    | Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.                                    | 4      | 2                  | 4                    |                       | 8                             | 18                        | ОПК-7                           |
| 5.    | Медико-биологические аппараты - генераторы электромагнитных колебаний, импульсов         | 4      |                    | 4                    |                       | 8                             | 16                        | ОПК-7                           |
| 6.    | Телеметрия в медицине  | 4      |                    | 4                    |                       | 8                             | 16                        | ОПК-7                           |
| 7.    | Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине                      | 4      | 2                  | 4                    |                       | 8                             | 18                        | ОПК-7                           |
| 8.    | Основы биологической и медицинской кибернетики   | 4      |                    | 4                    |                       | 8                             | 16                        | ОПК-7                           |
| 9.    | Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники                           | 4      |                    | 2+2*                 |                       | 8                             | 16                        | ОПК-7                           |
|       | Итого  | 36     | 8                  | 36                   |                       | 64                            | 144                       |                                 |

\* Последнее практическое занятие отведено на презентации и защиты заданий по СРС.

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов   | Содержание разделов   | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|-------|---|---|---------------------|-------------------------|
| 1.    | Вводная часть.  | Определения медицинского аппарата, прибора, аппаратуры. Специфика и классификация физических измерений в медицине. Классификация устройств медицинской электроники: устройства получения, передачи и регистрации медико-биологической информации, устройства дозирующие воздействия на организм человека различных физических и химических факторов, кибернетические электронные устройства. Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.  | 2                   | ОПК-7                   |
| 2.    | Биофизические, физиологические, и энергоинформационные показатели деятельности человека | Основы энергетики клетки организма. Биоэлектрические потенциалы: потенциалы покоя и действия клетки организма, биопотенциалы сердца, мозга, мышечной системы и других органов. Некоторые физиологические параметры организма человека: давление крови, параметры кровотока, тоны сердца, параметры дыхательной системы, измерение температуры, другие физиологические параметры. Энергоинформационные показатели деятельности человека.   | 6                   | ОПК-7                   |
| 3.    | Устройства съема, передачи и регистрации медико-биологической информации                | Датчики медико-биологической информации. Электроды для съема биологических электрических сигналов. Проблемы усиления биоэлектрических сигналов: согласование импедансов, малая амплитуда и мощность, малая частота, помехи, шумы, искажения. Устройства усиления биоэлектрических сигналов: повторители, усилители постоянного тока, дифференциальные каскады, обратная связь в усилителях, устройства с преобразованием сигнала. Регистрирующие устройства. Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца. | 4                   | ОПК-7                   |
| 4.    | Аппаратные методы исследований в биологии и медицине.                                   | Системные аспекты проведения медико-биологических исследований. Исследование механических проявлений жизнедеятельности, электропроводности органов и биотканей. Методы исследований, основанные на измерении биопотенциалов, магнитных полей биологических объектов. Фотометрические методы исследований. Рентгеновские методы исследований. Радиоизотопные методы исследований.  | 4                   | ОПК-7                   |
| 5.    | Медико-биологические аппараты - генераторы электромагнитных колебаний, импульсов        | Параметры электрического импульса и их физиологическое значение. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура: электростимуляторы центральной нервной системы, нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы, биоэлектрические стимуляторы и др. Высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.   | 4                   | ОПК-7                   |
| 6.    | Телеметрия в медицине   | Методы передачи физиологических показателей. Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия. Электронные устройства телеметрии.   | 4                   | ОПК-7                   |
| 7.    | Диагностические и терапевтические   | Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики и лечения.   | 4                   | ОПК-7                   |

|    |  |   |    |       |
|----|--|---|----|-------|
|    | устройства интроскопии в медицине                              | Меры обеспечения безопасности   |    |       |
| 8. | Основы биологической и медицинской кибернетики                 | Характеристика и классификация биологических объектов как кибернетических систем. Организм как кибернетическая система: системы сохранения постоянства внутренней среды организма - гомеостаз, гомеокинез и др. | 4  | ОПК-7 |
| 9  | Микро- и наноструктурные компоненты биомедицинской электроники | Принципы построения современной электронной медицинской аппаратуры. Нанoeлектроника в биомедицине. Нанoeлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы, применяемые в биомедицине.                   | 4  | ОПК-7 |
|    |  | Итого   | 36 |       |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п                            | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                  |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |   |
| <b>Предшествующие дисциплины</b> |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                | Физика  |  | + | + | + | + | + | + | + | + |   |
| 2                                | Химия   |  | + | + | + |   | + | + | + | + |   |
| 3                                | Физические основы микро и нанoeлектроники   |  |   | + |   |   |   | + |   | + |   |
| 4                                | Физика полупроводниковых структур   |  |   | + |   |   |   | + | + |   | + |
| 5                                | Электротехника и электроника  | +  |   | + | + | + | + | + |   |   |   |
| 6                                | Схемо- и системотехника электронных средств                                       | +  |   | + | + | + | + | + | + |   |   |
| 7                                | Метрология, стандартизация и технические измерения                                | +  |   | + | + | + | + | + |   |   |   |
| 8                                | Интегральные устройства радиоэлектроники  |  |   | + | + | + | + | + |   |   | + |
| 9                                | Основы конструирования электронных средств  | +  |   | + |   |   |   | + | + | + |   |
| <b>Последующие дисциплины</b>    |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                | Конструирование и технология микро- и нанoeлектронных средств                     | +  | + | + | + | + | + | + | + | + |   |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| (Перечень компетенций) | Виды занятий |     |     |       |     | Формы контроля  |
|------------------------|--------------|-----|-----|-------|-----|---|
|                        | Л            | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС |   |
| ОПК-7                  | +            | +   | +   |       |     | Тест, просмотр и обсуждение видеофильмов, обратная связь, кейс-метод, коллективное решение творческих задач, дискуссия, отчет на лабораторном занятии, презентация и защита инд. задания по СРС |

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента.

## 6. Методы и формы организации обучения

Таблица 6.1 - Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы \ Формы                         | Лекции (час) | Практические/семинарские занятия (час) | Лабораторные занятия (час) | СРС (час) | Всего |
|--|--------------|--|----------------------------|-----------|-------|
| IT-методы                              | 2            | 4                                      |                            | 2         | 8     |
| Работа в команде                       |              |  | 6                          | 6         | 12    |
| Case-study (метод конкретных ситуаций) | 4            | 4                                      |                            | -         | 8     |
| Итого интерактивных занятий            | 6            | 8                                      | 6                          | 8         | 28    |

IT-методы применяются при поиске информации в Интернете для написания рефератов, поиска информации по заданной теме.

При решении ситуационных задач содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции или практического занятия.

## 7. Лабораторный практикум

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Наименование лабораторных работ  | Трудоемкость (час.) | Компетенции |
|-------|-----------------------------------|--|---------------------|-------------|
| 1     | 2                                 | Измерение электрокардиограмм   | 2                   | ОПК-7       |
| 2     | 3                                 | Электропунктурные исследования организма человека                                | 2                   |             |
| 3     | 4                                 | Измерение короткопериодических вариаций солнечной активности                     | 2                   |             |
| 4     | 7                                 | Анализ психофизиологического состояния человека пассивным радиоизотопным методом | 2                   |             |
|       |                                   | Итого  | 8                   |             |

## 8. Практические занятия (семинары)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость (час.) | Компетенции |
|-------|-----------------------------------|---|---------------------|-------------|
| 1     | 1                                 | Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.   | 2                   | ОПК-7       |
| 2     | 2                                 | Методы измерения объема крови, скорости кровотока (метод импедансного плетизмографа, метод меченых атомов и др.). Приборы измерения скорости кровотока и объема крови.  | 2                   | ОПК-7       |
| 3     | 2                                 | Задачи гемодинамики. Приборы измерения давления. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора для измерения давления крови.   | 2                   | ОПК-7       |
| 4     | 2                                 | Задачи электродинамики в медицине: сердце как электрический диполь. Описание приборов для измерения электрокардиограмм. Схемная и конструктивная проработка портативного кардиотахометра.                                       | 2                   | ОПК-7       |
| 5     | 3                                 | Электрические характеристики биологически активных точек. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора электропунктурной диагностики. | 2                   | ОПК-7       |
| 6     | 3                                 | Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.  | 2                   | ОПК-7       |
| 7     | 4                                 | Фотометрические методы исследований. Рентгеновские методы исследований.   | 2                   | ОПК-7       |

|    |     |   |    |       |
|----|-----|---|----|-------|
| 8  | 4   | Радиоизотопные методы исследований.   | 2  | ОПК-7 |
| 9  | 5,9 | Электромагнитные и электроакустические свойства тканей организма. Методы КВЧ-терапии. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии. | 4  | ОПК-7 |
| 10 | 6   | Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия.   | 4  | ОПК-7 |
| 11 | 7,9 | Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики в интроскопии, основанные на методах атомной и ядерной физики в медицине.  | 4  | ОПК-7 |
| 12 | 8,9 | Организм как кибернетическая система.   | 4  | ОПК-7 |
| 13 | 9   | Нанoeлектроника в биомедицине. Нанoeлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы.  | 2  | ОПК-7 |
| 14 | 1-9 | Презентации и защиты заданий по СРС   | 2  | ОПК-7 |
|    |     | Итого   | 36 |       |

## 9. Самостоятельная работа

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы<br>(детализация)                         | Трудоёмкость (час.) | Компетенции | Контроль выполнения работы (опрос, тест, дом. задание, и т. д.)  |
|-------|-----------------------------------|--|---------------------|-------------|--|
| 1     | 1-9                               | Подготовка к лекциям.  | 18                  | ОПК-7       | Тесты, опрос, интерактивная работа.                              |
| 2     | 1-9                               | Подготовка практическим и лабораторным занятиям                          | 18                  | ОПК-7       | Опрос, активность работы на лабораторных и практических занятиях |
| 2     | 1-9                               | Подготовка, к презентации и защите индивидуальной самостоятельной работы | 28                  | ОПК-7       | Оценка презентации и защиты.                                     |
| 3     | 1-9                               | Подготовка к экзамену  | 36                  | ОПК-7       | Экзаменационная оценка   |
|       |                                   | Итого  | 100                 |             |  |

## 10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает **текущий** контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга и **итоговый** контроль.

**Правила формирования пятибалльных оценок** за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТx|_{x=1,2} = \frac{(Сумма \_ баллов, \_ набранная \_ к \_ КТx) * 5}{Требуемая \_ сумма \_ баллов \_ по \_ балльной \_ раскладке}.$$

**Итоговый контроль освоения** дисциплины осуществляется на экзамене по традиционной пятибалльной шкале. Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, сдача контрольных работ.



**Таблица 11.1** - Балльные оценки для элементов контроля.

| Элементы учебной деятельности                      | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--|--|---|---|------------------|
| Посещение лекций                                   | 3  | 3   | 3   | 9                |
| Тестовый контроль                                  | 3  | 3   | 3   | 9                |
| Активность на практических занятиях                | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Выполнение и защита результатов лабораторных работ |  | 5   | 5   | 10               |
| Выполнение индивидуальной самостоятельной работы   |  | 10  | 7   | 17               |
| Компонент своевременности                          |  | 5   | 5   | 10               |
| <b>Итого максимум за период:</b>                   | <b>11</b>                                      | <b>31</b>                                   | <b>28</b>   | <b>70</b>        |
| Сдача экзамена                                     |  |   |   | 30               |
| <b>Нарастающим итогом</b>                          | <b>25</b>                                      | <b>42</b>                                   | <b>70</b>   | <b>100</b>       |

**Формирование итоговой суммы баллов** осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

**Таблица 11.2** - Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ        | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ        | 2      |

**Таблица 11.3** – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                          | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)           |
|---------------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                 | 90 - 100   | A (отлично)             |
| 4 (хорошо) (зачтено)                  | 85 – 89  | B (очень хорошо)        |
|                                       | 75 – 84  | C (хорошо)              |
|                                       | 70 - 74  | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)       | 65 – 69  |                         |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | 60 - 64  | E (посредственно)       |
|                                       | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины - успешной сдачи экзамена.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **12.1 Рекомендуемая литература**

#### **а) основная:**

1. Еханин С.Г. Основы медицинской электроники: учеб. пособие. – Томск, ТУСУР. – 2012. – 102 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/1411](http://edu.tusur.ru/training/publications/1411)

#### **б) дополнительная:**

2. Биология: в 3-х т.: пер. с англ. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут; ред. Р. Сопер. - 3-е изд. - М.: Мир, 2007, Т.1. – 454с. (**20 экз.**), Т.2. – 436с. (**20 экз.**), Т.3. – 451 с. (**20 экз.**)

3. Основы медицинской электроники: Вопросы биологии, биохимии и биофизики: Учебное пособие / С.Г. Еханин; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, кафедра конструирования узлов и деталей РЭА. - Томск: ТУСУР, 2007. - 114 с. (**85 экз.**)

4. Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии: Учебное пособие для вузов / Е.П. Попечителей, О.Н. Старцева. - М.: Высшая школа, 2003. - 278[2] с. (**39 экз.**)

5. Кулинич А.П. Схемотехника электронных средств: Методическое пособие по курсовому проектированию. – Томск, ТУСУР. – 2012. – 43 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/1197](http://edu.tusur.ru/training/publications/1197)

### **12.2 Перечень методических указаний по лабораторным работам, практическим занятиям и для выполнения индивидуальных заданий**

6. Еханин С.Г. Основы медицинской электроники: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе. – 2012. – 11 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/1667](http://edu.tusur.ru/training/publications/1667)

7. Еханин С.Г. Измерение электрокардиограмм: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники». – 2010. – 17 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/340](http://edu.tusur.ru/training/publications/340)

8. Еханин С.Г. Электропуктурные исследования организма человека: Методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники». – 2010. – 21 с.: [Электронный ресурс].- режим доступа: [edu.tusur.ru/training/publications/339](http://edu.tusur.ru/training/publications/339)

### **12.3 Программное обеспечение: Microsoft Excel (пакет анализа данных).**

**12.4** Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Образовательный портал университета, библиотека университета.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает необходимое демонстрационное оборудование для показа презентаций и видеороликов по курсу «Микро- и наноэлектроника в биомедицине»: персональный компьютер, сеть Интернет, видеопроектор. Для проведения практических занятий используется компьютерный класс кафедры на 12 рабочих мест и программное обеспечение: Microsoft Excel (пакет анализа данных). Лабораторные работы проходят в помещении СКБ «Сталкер» (ауд. 426 г. к.), оснащенном необходимым научно-техническим оборудованием.

**14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины** (по усмотрению разработчика программы).

*Структура подачи лекционного материала.* Основная форма подачи лекционного материала – это последовательное изложение содержания дисциплины. Повышение активности студентов наблюдается при реализации «принципа диалогического общения». Активизация лекции предполагает использование методических приемов включения студентов в диалогическое общение, протекающее в виде внешнего и внутреннего диалога. Содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции. «Принцип проблемности» при подаче материала предполагает представление учебного материала в виде проблемных ситуаций и вовлечение слушателей в совместный анализ, и поиск решений. Важно проведение небольших дискуссий по ходу лекции при анализе и решении проблемных ситуаций.

*Лабораторный практикум.* Возбуждению интереса на лабораторном практикуме способствует наглядность процесса, свободный доступ к методическим материалам. Обсуждение (защита) работ в виде мини-конференций реализует педагогический прием «дебаты». У студента формируется способность держаться перед аудиторией, происходит переосмысление работы.

*Практические занятия.* Возбуждение интереса проявляется тогда, когда у студента получаются задания. Выполнение заданий учитывает возможности и наклонности студента и позволяет предложить творческое развитие любого фрагмента заданий.

*Защита самостоятельной работы.* Наибольший импульс для развития дает научно-техническая конференция, где каждый обязан выступить с презентацией. Происходит переосмысление деятельности, прирост команды энтузиастов для участия в развитии работ. Это способствует развитию общекультурных и профессиональных компетенций и вырабатывает навык грамотного изложения результатов работы и их защита.

**14.1 Контрольные вопросы и задания для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины:** приведены в фонде оценочных средств.

**15. Фонд оценочных средств:** дан в приложении к рабочей программе.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 П.Е. Троян

«16» 11 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА В БИОМЕДИЦИНЕ**

Уровень высшего образования бакалавриат  
Направление подготовки 11.03.03 - Конструирование и технология  
электронных средств  
Профиль: 11.03.03.04 «Конструирование и технология нанoeлектронных  
средств»  
Форма обучения Очная  
Факультет радиоконструкторский (РКФ)  
Кафедра Конструирования узлов и деталей РЭА (КУДР)  
Курс 4 Семестр 7


Учебный план набора 2013 года  
Экзамен – 7 (седьмой) семестр

Разработчик

д.ф.-м.н., профессор каф. КУДР

 С.Г. Еханин С.Г.

Заведующий кафедрой КУДР

 А.Г. Лошилов  
(подпись)

Томск 2016

# 1 ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения. ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

В таблице 1.1 приведен перечень закрепленных за дисциплиной компетенций.

Таблица 1.1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции   | Этапы формирования компетенции   |
|-------|--|--|
| ОПК-7 | Способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. | <b>Знать:</b> общую информацию о современных физиологических и биофизических моделях функционирования организма человека, специфику электрических измерений биофизических и физиологических показателей организма, правила техники безопасности при электрических измерениях медико-биологических параметров и проектировании медико-биологической аппаратуры, особенности проектирования электронной аппаратуры, диагностических и терапевтических устройств в медицине; перспективы развития микро- и нанотехнологий в биомедицине;<br><b>Уметь:</b> оперировать терминами в области проектирования биомедицинской аппаратуры; использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии; измерять некоторые характеристики функционирования организма человека; разрабатывать новые устройства медицинской электроники с применением микропроцессорной техники и вычислительных систем;<br><b>Владеть:</b> современными методами сбора, обработки, анализа, систематизации научно-технической информации, представления результатов выполненной научно-исследовательской и конструкторской деятельности. |

## 2 РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

**КОМПЕТЕНЦИЯ ОПК-7:** способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции у студентов, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|-------------------|---|---|--|
| Содержание этапов | Знает основные принципы, тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной | Умеет анализировать современные тенденции развития науки и техники, информационных технологий | Владеет измерительной и вычислительной техникой, современными программными средствами, используемыми при |

|                       |  |   |   |
|-----------------------|--|---|---|
|                       | техники, информационных технологий.                  | применительно к биомедицине.  | проектировании биомедицинской аппаратуры, исследовании и анализе экспериментальных данных.      |
| Виды занятий          | Лекции, практические занятия, групповые консультации | Интерактивные виды лекционных, практических занятий и самостоятельной работы студентов                    | Практические занятия, лабораторные работы, консультации.  |
| Используемые средства | Оценка конспектов лекций, тестов, домашних заданий   | Анализ активности и правильности ответов на аудиторных занятиях, оценка конспекта самостоятельной работы. | Оценка работы студентов на лекциях, практических занятиях, при защите самостоятельного задания. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2– Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии                 | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|---------------------------------------|--|--|--|
| Отлично (высокий уровень)             | Знает и может анализировать и применять современные достижения в измерительной и вычислительной технике, информационных технологиях. | Умеет применять теоретические знания, необходимые для самостоятельного решения задач повышенной сложности при проектировании биомедицинской техники. | Владеет практическими навыками применения современной электроники в элементах электронных систем биомедицинской техники. |
| Хорошо (базовый уровень)              | Знает принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области.  | Обладает теоретическими представлениями, необходимыми для решения типовых задач в области биомедицинской техники.                                    | Владеет терминологией, основами анализа процессов в элементах биомедицинской техники.                                    |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями  | Обладает основными теоретическими представлениями, требуемыми для решения простых задач в области биомедицинской техники.                            | Может эффективно работать под наблюдением руководителя.  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3– Показатели и критерии оценивания компетенции у студентов на этапах освоения

| Показатели и критерии     | Знать   | Уметь  | Владеть   |
|---------------------------|---|--|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает теоретическим знанием принципов работы и проектирования современной биомедицинской аппаратуры. | Умеет решать задачи повышенной сложности при проектировании биомедицинской аппаратуры, корректно | Владеет программными средствами используемыми при проектировании биомедицинской |

|                                       |   |   |  |
|---------------------------------------|---|---|--|
|                                       |   | представлять и аргументированно обосновывать результаты.  | аппаратуры, исследовании и анализе экспериментальных данных.   |
| Хорошо (базовый уровень)              | Имеет представление о теоретических принципах работы современной биомедицинской аппаратуры, аргументирует выбор метода решения задачи.                  | Умеет решать типовые задачи при проектировании биомедицинской аппаратуры, аргументированно представлять результаты работы.  | Имеет представления о программных средствах, используемых при проектировании биомедицинской аппаратуры, биомедицинских исследованиях.              |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Дает определения основных понятий, воспроизводит основные факты, идеи в области биомедицинских исследований и проектирования биомедицинской аппаратуры. | Распознает различные типы биомедицинских приборов. Умеет работать со справочной литературой. Знает основные алгоритмы решения типовых задач при проектировании биомедицинских приборов и исследованиях. | Понимает терминологию и сущность программных средств, применяемых при проектировании биомедицинской аппаратуры и при биомедицинских исследованиях. |

### 3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- *типовые контрольные задания*, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы,
- *вопросы к зачету*,
- *темы тестов*,
- *темы рефератов*.

#### **Темы для тестового опроса:**

1. Классификация устройств медицинской электроники.
2. Биофизические, физиологические и энергоинформационные показатели функционирования организма человека.
3. Обмен веществ и энергии в клетке организма.
4. Биоэлектрические потенциалы.
5. Датчики медико-биологической информации.
6. Телеметрия в медицине
7. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
8. Высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
9. Фотометрические и рентгеновские методы исследований.
10. Диагностические и терапевтические устройства интроскопии в медицине.
11. Биологическая и медицинская кибернетика
12. Нанoeлектроника в биомедицине

#### **Темы практических занятий:**

1. Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.
2. Методы измерения объема крови, скорости кровотока (метод импедансного плетизмографа, метод меченых атомов и др.). Приборы измерения скорости кровотока и объема крови.
3. Задачи гемодинамики. Приборы измерения давления. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора для измерения давления крови.
4. Задачи электродинамики в медицине: сердце как электрический диполь. Описание приборов для измерения электрокардиограмм. Схемная и конструктивная проработка портативного кардиотахометра.
5. Электрические характеристики биологически активных точек. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора электропунктурной диагностики.
6. Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.
7. Фотометрические методы исследований. Рентгеновские методы исследований.
8. Радиоизотопные методы исследований.
9. Электромагнитные и электроакустические свойства тканей организма. Методы КВЧ-терапии. Описание существующих приборов, обсуждение возможностей их совершенствования. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии.
10. Телеметрия внутренних органов. Радиотелеметрия.
11. Ультразвуковые, тепловые, рентгеновские, радиационные и др. аппараты диагностики в интроскопии, основанные на методах атомной и ядерной физики в медицине.
12. Организм как кибернетическая система.
13. Нанoeлектроника в биомедицине.
14. Нанoeлектромеханические, нанооптикоэлектромеханические системы.

#### **Темы индивидуальных домашних работ:**

1. Приборы измерения артериального давления.
2. Приборы измерения скорости кровотока и объема крови.
3. Приборы для измерения электрокардиограмм.
4. Приборы для измерения электрических характеристик биологически активных точек.
5. Приборы КВЧ-терапии.
6. Приборы аэроионотерапии.
7. Приборы контроля за содержанием вредных веществ в воде и воздухе.
8. Электростимуляторы центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы.
9. Схемная и конструктивная проработка портативного прибора КВЧ-терапии.

Суть индивидуальной домашней работы — каждому студенту предлагается доработка темы, начатой на практическом занятии. При этом студенту выдается индивидуальное домашнее задание на проработку какого-либо функционального узла модернизируемого прибора (составление принципиальной электрической схемы, выбор элементной базы, проведение некоторых конструкторских расчетов и др.).

Контроль за выполнением индивидуальной работы проводится в два этапа:

- 1) предварительная проверка правильности решения поставленной задачи;



- 2) презентация и защита индивидуальной домашней работы.

### **Темы теоретической части курса, вынесенные на самостоятельное изучение студентами:**

1. Роль советских и российских ученых в развитии биомедицинской электроники и наноэлектроники.
2. Современные диагностические устройства.
3. Перспективы развития биомедицинской электроники и наноэлектроники.

### **4 Методические материалы к ФОС, определяющие процедуры оценивания**

На самостоятельное изучение переносятся разделы, касающиеся роли отечественных ученых в развитии микро- и наноэлектроники в биомедицине, характеристик современных диагностических устройств и перспектив развития биомедицинской электроники.

В качестве средства оценки усвоения материала является выступление на практическом занятии или реферат.

Оценка освоения компетенции проводится и при защите заданий на практических занятиях. Во время выполнения практических заданий студенты овладевают физическими представлениями, математическим аппаратом, используемыми при анализе свойств и характеристик пассивных и активных элементов простейших электронных схем в биомедицине. Студент учится объяснять устройство и принцип работы биомедицинских приборов и схем, определять параметры электрорадиоэлементов и схем по их характеристикам.

Возбуждению интереса на практикуме способствует наглядность процесса, возможность познакомиться с оборудованием, свободный доступ к методическим материалам. Обсуждение (защита) работ в виде мини-конференций реализует педагогический прием «дебаты». У студента появляется смелость держаться перед аудиторией, происходит переосмысление работы.

### **Контрольные вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины**

1. Основные цели и задачи профиля «Конструирование и технология наноэлектронных средств».
2. Цели и задачи курса «Электроника и наноэлектроника в биомедицине».
3. Требования к медицинским аппаратам и приборам, безопасности медицинской аппаратуры.
4. Определения медицинского аппарата, прибора, аппаратуры. Специфика и классификация физических измерений в медицине.
5. Классификация устройств медицинской электроники.
6. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
7. Высокочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
8. Требования к электродам для съема биологических электрических сигналов.
9. Микроэлектроника как область электроники. Основные направления в микроэлектронике в биомедицине.
10. Технологические основы биомедицинской микроэлектроники: основные процессы при производстве биомедицинских микроэлектронных устройств.
11. Структурные схемы и описание принципов работы некоторых приборов регистрации медико-биологической информации: регистраторы биопотенциалов мозга, кожи, мышц, сердца.
12. Системы сохранения постоянства внутренней среды организма.
13. Ультразвуковые аппараты диагностики и лечения.

14. Тепловые аппараты диагностики и лечения.
15. Рентгеновские аппараты диагностики и лечения.
16. Радиационные аппараты диагностики и лечения.
17. Электростимуляторы.
18. Рентгеновские, радиационные аппараты диагностики и лечения.
19. Основные направления развития нанотехнологий в биомедицине.

### **Примеры дополнительных вопросов при сдаче экзамена.**

#### **Пример №1**

Предусмотрены три уровня сложности заданий.

#### **1 уровень сложности (оценивается на «удовлетворительно»)**

**Какие физические методы используются для исследования микробиологических объектов?**

- а) электронная микроскопия; в) дифракционный рентгеноструктурный анализ;  
б) зондовая микроскопия; г) люминесцентные методы.

#### **2 уровень сложности (оценивается на «хорошо»)**

**Какие методы исследования (из вышеперечисленных) дают возможность изучать процессы в живых биологических объектах?**

#### **3 уровень сложности (оценивается на «отлично»)**

**Какие методы исследования дают возможность получать трехмерные изображения биологических микрообъектов, возможность осуществлять наноманипулирование?**

#### **Пример №2.**

#### **1 уровень сложности (оценивается на «удовлетворительно»)**

*Суть метода электрокардиографии, предложенного Эйнтховеном.*

#### **2 уровень сложности (оценивается на «хорошо»)**

*Почему амплитуды одних и тех же зубцов ЭКГ в один и тот же момент времени в различных отведениях не одинаковы?*

#### **2 уровень сложности (оценивается на «отлично»).**

*Каким процессам в сердечной мышце соответствуют зубцы на ЭКГ?*

#### **Пример №3.**

#### **1 уровень сложности (оценивается на «удовлетворительно»)**

*Каковы особенности действия терагерцовых волн на биологические объекты?*

#### **2 уровень сложности (оценивается на «хорошо»)**

*Сущность КВЧ-терапии.*

#### **3 уровень сложности (оценивается на «отлично»)**

*Что отличает КВЧ-терапию от других физиотерапевтических методов, использующих высокочастотные токи, электрические и магнитные поля?*