

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета, профессор

С.Б. Вениг

"25" 04 2019 г.



Рабочая программа дисциплины  
**Проектирование измерительных приборов  
для биомедицинских систем**

Направление подготовки магистратуры  
11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль подготовки магистратуры  
«Диагностика нано- и биомедицинских систем»

Квалификация выпускника  
Магистр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2019 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Калинкин М.Ю..		24.04.19
Председатель НМК	Михайлов А. И.		24.04.19
Заведующий кафедрой	Усанов Д. А.		24.04.19
Специалист Учебного управления	Юшинова И. В.		24.04.19г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем» является формирование у магистрантов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и изучение процесса проектирования и системного подхода к задаче автоматизированного проектирования биомедицинских систем.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний о принципах работы современных измерительных приборов, применяемых в биомедицинской практике, и методах их проектирования с помощью математических пакетов прикладных программ,
- формирование владений методами и навыками расчета, составления программ и решения задач по автоматизированному проектированию схем и измерительных устройств, на базе микропроцессоров, периферийных интегральных микросхем микропроцессорных комплектов и программируемых интегральных контроллеров;
- формирование умений проводить анализ процесса проектирования биомедицинских устройств;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем» относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 «Дисциплины (модули)» и изучается магистрантами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Диагностика нано- и биомедицинских систем», в течение 2 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные магистрантами знания по автоматизированным системам научных исследований, компьютерным технологиям в научных исследованиях и подготавливает магистрантов к выполнению выпускной квалификационной работы.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>УК-2.</b> Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p><b>1.1_М.УК-2.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p> <p><b>1.2_М.УК-2.</b> Способен видеть результат деятельности и планировать последовательность шагов для его достижения. Формирует план-график реализации проекта и план контроля за его выполнением.</p> <p><b>1.3_М.УК-2.</b> Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.</p> <p><b>1.4_М.УК-2.</b> Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.</p> <p><b>1.5_М.УК-2.</b> Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение).</p>	<p><u>Знать</u> принципы работы современных измерительных приборов, применяемых в биомедицинской практике, и методы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования.</p> <p><u>Уметь</u> проектировать современные измерительные приборы с помощью математических пакетов прикладных программ.</p> <p><u>Владеть</u> методами и навыками расчета, составления программ и решения задач по проектированию схем и устройств, на базе интегральных микросхем.</p>

<p><b>ПК-1.</b> Способен проводить оценку направлений научного развития исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием</p>	<p><b>1.1_М. ПК-1.</b> Разбирается в основах структурирования и систематизации информации.  <b>2.1_М. ПК-1.</b> Выявляет тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием.  <b>3.1_М. ПК-1.</b> Применяет средства поиска информации в информационных сетях.</p>	
--	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семес-тра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистрантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1	Виртуальные приборы в LabVIEW	2	1-2	2	2		3	Отчет по лаб. работам
2	Проектирование осциллометрического измерителя артериального давления	2	3-4	2	4		3	Отчет по лаб. работам
3	Проектирование электрокардиографа	2	5-6	2	4		3	Отчет по лаб. работам
4	Проектирование реографа	2	7-8	2	4		3	Отчет по лаб. работам
5	Проектирование спирографа	2	9-10	2	4		3	Отчет по лаб. работам
6	Проектирование электромиографа	2	11-12	2	4		3	Отчет по лаб. работам
7	Проектирование фотоплетизмографа		13-14	2	4		4	Отчет по лаб. работам

8	Проектирование пульсографа		15-16	2	4		4	Отчет по лаб. работам
	<b>Итого:</b>			<b>16</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	
	<b>Контроль</b>			<b>36</b>				
	<b>Промежуточная аттестация</b>							<b>Экзамен Зачет</b>
	<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			<b>108</b>				

### Содержание дисциплины

- 1 Виртуальные приборы в LabVIEW. Создание виртуальных приборов. Анализ и сохранение сигналов. Сбор данных и взаимодействие с приборами. Использование дополнительных возможностей с LabVIEW. Программное обеспечение виртуального анализатора. Процедура подключения АЦП. Система сбора данных, отображение измеряемого сигнала и запись в файл. Фильтрация сигналов.
- 2 Проектирование осциллометрического измерителя артериального давления. Проектирование однополупериодного полупроводникового выпрямителя в составе осциллометрического измерителя артериального давления.
- 3 Проектирование электрокардиографа. Проектирование схемы неинвертирующего усилителя на ОУ в составе электрокардиографа.
- 4 Проектирование реографа. Проектирование схемы инвертирующего усилителя на ОУ в составе реографа.
- 5 Проектирование спирографа. Проектирование схемы дифференциатора на ОУ в составе спирографа
- 6 Проектирование электромиографа. Проектирование схемы интегратора на ОУ в составе электромиографа.
- 7 Проектирование фотоплетизмографа. Проектирование схемы компаратора на ОУ в составе фотоплетизмографа.
- 8 Проектирование пульсографа. Проектирование схемы гистерезисного компаратора на ОУ в составе прибора для регистрации пульсограммы.

### Перечень лабораторных работ

1. Осциллометрическое измерение артериального давления на лабораторном стенде «Принципы построения приборов для медицинских и биологических измерений KL-720». Исследование работы однополупериодного полупроводникового выпрямителя, собранного на измерительной станции NI ELVIS.
2. Регистрация электрокардиограммы на лабораторном стенде «Принципы построения приборов для медицинских и биологических измерений KL-720». Исследование работы неинвертирующего усилителя на ОУ, собранного на измерительной станции NI ELVIS.
3. Регистрация реограммы на лабораторном стенде «Принципы построения приборов для медицинских и биологических измерений KL-720».

- Исследование работы инвертирующего усилителя на ОУ, собранного на измерительной станции NI ELVIS.
4. Регистрация спирограммы на лабораторном стенде «Принципы построения приборов для медицинских и биологических измерений KL-720». Исследование работы дифференциатора на ОУ, собранного на измерительной станции NI ELVIS.
  5. Регистрация электромиограммы на лабораторном стенде «Принципы построения приборов для медицинских и биологических измерений KL-720». Исследование работы интегратора на ОУ, собранного на измерительной станции NI ELVIS.
  6. Регистрация фотоплетизмограммы на лабораторном стенде «Принципы построения приборов для медицинских и биологических измерений KL-720». Исследование работы компаратора на ОУ, собранного на измерительной станции NI ELVIS.
  7. Регистрация пульсограммы на лабораторном стенде «Принципы построения приборов для медицинских и биологических измерений KL-720». Исследование работы гистерезисного компаратора на ОУ, собранного на измерительной станции NI ELVIS.

Описания всех перечисленных лабораторных работ имеются на кафедре физики твердого тела.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

В преподавании дисциплины «**Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем**» используются следующие образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии
- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

Лабораторные занятия по проектированию измерительных приборов для биомедицинских систем выполняются в лабораторном практикуме.

### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистрантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Самостоятельная внеаудиторная работа магистрантов по дисциплине проводится в течение всего учебного семестра (периода освоения дисциплины) и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лабораторным занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала разбирать вопросы, рассмотренные на каждом занятии, до следующего, по непонятым деталям консультироваться у преподавателя, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к лабораторным занятиям тщательно изучать тему предстоящей работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю;
- задания, которые даются преподавателем во время занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время экзамена.

**Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе занятий:**

1. Начало работы с LabVIEW. Виртуальные приборы
2. Создание виртуальных приборов
3. Анализ и сохранение сигналов
4. Сбор данных и взаимодействие с приборами
5. Использование дополнительных возможностей с LabVIEW
6. Процедура подключения АЦП
7. Система сбора данных, отображение измеряемого сигнала и запись в файл
8. Фильтрация сигналов
9. Метод осциллометрического измерения артериального давления
10. Электрокардиография
11. Реография
12. Спирография
13. Сфигмография
14. Пульсография

Студентам также предлагается написать реферат по одной из предлагаемых тем.

### **Темы рефератов**

- 1 Реализация виртуального прибора ЭКГ для измерения амплитудных параметров зубцов PQRS
- 2 Реализация виртуального прибора ЭКГ для измерения временных параметров зубцов PQRS
- 3 Реализация виртуального прибора ЭКГ для измерения направления электрической оси сердца
- 4 Реализация виртуального прибора ЭКГ для векторкардиографии
- 5 Реализация виртуального прибора ЭКГ для определения параметров variability ритма сердца
- 6 Импеданс биологических тканей
- 7 Реализация виртуального прибора для регистрации реограммы
- 8 Реализация виртуального прибора для измерения скорости распространения пульсовой волны
- 9 Реализация виртуального прибора для определения максимальной амплитуды производной кривой реокардиограммы

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена по лекционному курсу и зачета по лабораторным занятиям.

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

1. Виртуальные приборы в LabVIEW. Создание виртуальных приборов.
2. Анализ и сохранение сигналов. Сбор данных и взаимодействие с приборами.
3. Использование дополнительных возможностей с LabVIEW. Программное обеспечение виртуального анализатора.
4. Процедура подключения АЦП. Система сбора данных, отображение измеряемого сигнала и запись в файл. Фильтрация сигналов.
5. Реализация виртуального прибора ЭКГ для измерения амплитудных параметров зубцов PQRS
6. Реализация виртуального прибора ЭКГ для измерения временных параметров зубцов PQRS
7. Реализация виртуального прибора ЭКГ для измерения направления электрической оси сердца
8. Реализация виртуального прибора ЭКГ для векторкардиографии
9. Реализация виртуального прибора ЭКГ для определения параметров variability ритма сердца
10. Импеданс биологических тканей
11. Реализация виртуального прибора для регистрации реограммы
12. Реализация виртуального прибора для измерения скорости распространения пульсовой волны



- 13.Реализация виртуального прибора для определения максимальной амплитуды производной кривой реокардиограммы
- 14.Проектирование осциллометрического измерителя артериального давления. Проектирование однополупериодного полупроводникового выпрямителя в составе осциллометрического измерителя артериального давления.
- 15.Проектирование электрокардиографа. Проектирование схемы неинвертирующего усилителя на ОУ в составе электрокардиографа.
- 16.Проектирование реографа. Проектирование схемы инвертирующего усилителя на ОУ в составе реографа.
- 17.Проектирование спирографа. Проектирование схемы дифференциатора на ОУ в составе спирографа
- 18.Проектирование электромиографа. Проектирование схемы интегратора на ОУ в составе электромиографа.
- 19.Проектирование фотоплетизмографа. Проектирование схемы компаратора на ОУ в составе фотоплетизмографа.
- 20.Проектирование пульсографа. Проектирование схемы гистерезисного компаратора на ОУ в составе прибора для регистрации пульсограммы.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности для аттестации в форме зачета.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
2	0	35		35	0	30	0	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента для аттестации в форме зачета

#### 2 семестр

##### **Лекции:**

Не предусмотрены.

##### **Лабораторные занятия:**

Корректность выполнения лабораторных работ и устные отчеты по ним (от 0 до 35 баллов):

1. Лабораторная работа № 1 (от 0 до 5 баллов).
2. Лабораторная работа № 2 (от 0 до 5 баллов).
3. Лабораторная работа № 3 (от 0 до 5 баллов).
4. Лабораторная работа № 4 (от 0 до 5 баллов).
5. Лабораторная работа № 5 (от 0 до 5 баллов).

6. Лабораторная работа № 6 (от 0 до 5 баллов).

7. Лабораторная работа № 7 (от 0 до 5 баллов).

**Практические занятия:**

Не предусмотрены.

**Самостоятельная работа:**

Оформление отчётов по лабораторным работам (от 0 до 35 баллов).

1. Лабораторная работа № 1 (от 0 до 5 баллов).

2. Лабораторная работа № 2 (от 0 до 5 баллов).

3. Лабораторная работа № 3 (от 0 до 5 баллов).

4. Лабораторная работа № 4 (от 0 до 5 баллов).

5. Лабораторная работа № 5 (от 0 до 5 баллов).

6. Лабораторная работа № 6 (от 0 до 5 баллов).

7. Лабораторная работа № 7 (от 0 до 5 баллов).

**Автоматизированное тестирование:**

Не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности:**

Реферат по заданной теме (от 0 до 30 баллов).

**Промежуточная аттестация (зачёт)**

Зачет выставляется по результатам выполнения лабораторных работ, отчёта по ним, написания реферата и участия в его обсуждении.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 2 семестр по дисциплине «Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем» при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем» в оценку (зачет)

<b>60 баллов и более</b>	<b>«зачтено» (при недифференцированной оценке)</b>
<b>менее 60 баллов</b>	<b>«не зачтено»</b>

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности для аттестации в форме экзамена.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
2	15	0	0	15	0	40	30	100

**Программа оценивания учебной деятельности студента для аттестации в форме экзамена**

## **2 семестр**

### **Лекции:**

Посещаемость, опрос, активность и др. (от 0 до 15 баллов).

### **Лабораторные занятия:**

Не предусмотрены.

### **Практические занятия:**

Не предусмотрены.

### **Самостоятельная работа:**

Самостоятельное освоение отдельных тем лекционного курса по заданию преподавателя (от 0 до 15 баллов).

### **Автоматизированное тестирование:**

Не предусмотрено.

### **Другие виды учебной деятельности:**

Учитывается успешность освоения материала по итогам лабораторных занятий и написания реферата, которая рассчитывается путем умножения количества набранных баллов из столбца 9 таблицы 1.1 на 0,4 (от 0 до 40 баллов).

### **Промежуточная аттестация (экзамен):**

Экзамен проводится в устной форме и предполагает ответ на 2 вопроса билета.

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от **21** до **30** баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от **11** до **20** баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от **6** до **10** баллов;

ответ на неудовлетворительно оценивается от **0** до **5** баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 2 семестр по дисциплине «Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем» при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем» в оценку (экзамен):

<b>81-100 баллов</b>	<b>«отлично»</b>
<b>65-80 баллов</b>	<b>«хорошо»</b>
<b>50-64 баллов</b>	<b>«удовлетворительно»</b>
<b>0-49 баллов</b>	<b>«неудовлетворительно»</b>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Титов В. С., Бобырь М. В., Иванов В. И. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие /. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 143 с. - ЭБС «ИНФРА-М»
2. Лоскутов Е.Д. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Саратов : Вузовское образование, 2016. - 264 с. - ЭБС «IPRbooks»
3. Бутырина П. А. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW7. [Электронный ресурс] / - Москва: ДМК Пресс, 2010. - 265 с- ЭБС «АЙБУКС»
4. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника (для бакалавров) [Text] / - Москва : КноРус, 2018. - 798 с. - ЭБС «BOOK.ru»
5. Хартов В. Я. Микропроцессорные системы: учеб. пособие для студентов учреждений высш. проф. образования. – М.: Изд. центр "Академия", 2010. – 350 с. **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 16 экз.)
6. А. В. Белов А. В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. - 2-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Наука и техника, 2010. - 527 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). (в ЗНБ СГУ 10 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. LabVIEW 8.5.
5. Скрипаль А.В., Усанов Д.А. Руководство к практическим занятиям по автоматизированному проектированию аналого-цифровых схем: Электронное учебное пособие. – Саратов, 2010. – Режим доступа: <http://solid.sgu.ru/sapr/> (Дата обращения 20.04.19)

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

Занятия по дисциплине «**Проектирование измерительных приборов для биомедицинских систем**» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение, плакаты).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и профилем подготовки «Диагностика нано- и биомедицинских систем».

Автор

доцент М.Ю. Калинин

Программа одобрена на заседании кафедры физики твёрдого тела от 24 апреля 2019 года, протокол № 6.

### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Рекомендуемая литература:

1. Батоврин В. К., Бессонов А. С., Мошкин В. В. LabVIEW: практикум по электронике и микропроцессорной технике: Учебное пособие для вузов. - Москва: ДМК Пресс, 2005. - 182 с. (На кафедре физики твёрдого тела имеется 10 экз в составе комплектов методического обеспечения лабораторных практикумов)