

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет  
Кафедра Технических систем и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Горный факультет

Авдеев Павел Борисович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.11 Измерительные преобразователи и электроды  
на 252 часа(ов), 7 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 12.03.04 - Биотехнические системы и  
технологии

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_

Профиль – Инженерное дело в медико-биологической практике (для набора 2023)  
Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

- изучение общих вопросов построения датчиков биологической информации (ДБИ) и электродов (Э), общих физических принципов преобразования биомедицинской информации в электрический сигнал; - ознакомление с различными классами ДБИ и электродов, принципами работы, устройством и способом применения их в биомедицинской практике и исследованиях; изучение вопросов метрологии ДБИ и Э, согласования их с измерительной цепью (вторичными измерительными преобразователями - ВИП) и борьбы с шумами и помехами при построении интерфейса биообъект—» ПИП (электрод) —> измерительная цепь (ВИП), борьба с шумами и помехами для формирования достоверных электрических сигналов в измерительных цепях.

Задачи изучения дисциплины:

изучение основ контроля состояния биообъектов с помощью ДБИ и снятия с их помощью необходимой информации. Изучение назначения, принципа действия и устройства ДБИ медицинского оборудования и их конструктивных исполнений. Задачи изучения дисциплины охватывают процессы формирования у бакалавров системы знаний в области разработки ДБИ и Э для медикобиологических исследований.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина относится к основным дисциплинам, входящих в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Изучение базируется на знании биологии, биофизики, биохимии, методов системного анализа, теории БТС, электроники и интегральной схемотехнике. Рабочей программой предусмотрено изучение лекционного материала и проведение лабораторных занятий. Для освоения дисциплины студент должен знать: – структуру органов и функциональных систем организма; – основные физические принципы, лежащие в основе жизнедеятельности органов и тканей; – биохимические процессы, протекающие в органах и тканях; – общие принципы построения БТС медицинского назначения; – назначение, устройство и принцип работы основных электронных узлов и блоков медицинской аппаратуры уметь: – формировать структуру биотехнической системы заданного назначения; – назначать основные технические устройства для контроля параметров биологического объекта; - устанавливать характеристики разрабатываемого прибора; – учитывать появление и развитие новых медицинских технологий. Изучение дисциплины позволит обрести следующие навыки: – применения расчетных методик для описания параметров физиологических процессов; – умелого использования программных сред для моделирования работы измерительных преобразователей и приборов для регистрации физиологической информации; – владения основной научной и учебной информацией; – анализа работы устройств медико-биологического назначения

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы), 252 часов.

Виды занятий	Семестр 6	Всего часов
Общая трудоемкость		252
Аудиторные занятия, в т.ч.	80	80
Лекционные (ЛК)	48	48
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
Лабораторные (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа студентов (СРС)	136	136
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)	КП	

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-1	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании биотехнических систем. ОПК-1.2. Применяет знания естественных наук в инженерной практике проектирования биотехнических систем и медицинских изделий. ОПК-1.3. Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности для анализа в проектировании биотехнических	Знать: Методы анализа динамических характеристик измерительных преобразователей (ИП), структуру измерительных комплексов, основные виды их математических моделей и принципы их разработки  Уметь: Обосновывать работоспособность отдельных видов ИП на основе

	систем, медицинских изделий	<p>виртуальных лабораторий, анализировать принципы преобразования информации в измерительных цепях</p> <p>Владеть: Правилами и методами расчета ИП, методиками применения аналитических и частотных критериев оценки работоспособности ИП</p>
ОПК-3	<p>ОПК-3.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений. ОПК-3.2. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</p>	<p>Знать: Современные ресурсы, методики и оборудование для формирования измерительных систем для биомедицинских исследований и разработки эффективных измерительных систем</p> <p>Уметь: : Выбирать и использовать современные типы измерительных преобразователей и средств обработки данных</p> <p>Владеть: Современными ресурсами, методиками, оборудованием и средствами проектирования, моделирования ИП</p>
ПК-1	<p>ПК-1.1. Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым</p>	<p>Знать: основные требования к параметрам, предъявляемые к</p>

	<p>биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов. ПК-1.2. Осуществляет поиск и анализ научнотехнической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных. ПК-1.3. Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели элементы и процессы биотехнических систем с использованием объективно-ориентированных технологий. ПК-1.4. Разрабатывает проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла медицинских изделий и биотехнических систем, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надежности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования</p>	<p>разрабатываемым биотехническим измерительным преобразователям и электродам, основные этапы разработки проектноконструкторской и технической документации</p> <p>Уметь: анализировать и определять конструкторско-технологические и эксплуатационные требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым средствам измерительной техники.</p> <p>Владеть: навыками разработки алгоритмов и реализации математических и компьютерных моделей измерительных систем и комплексов, навыками разработки проектноконструкторской и технологической документации в соответствии с требованиями технического задания и стандартов</p>
--	--	--

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер	Наименование	Темы раздела	Всего	Аудиторны	С
--------	-------	--------------	--------------	-------	-----------	---

	раздела	раздела		часов	е занятия			Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Датчики биологической информации (ДБИ)	Области применения ДБИ. Достижения современной измерительной техники в данной области Датчики биологической информации (ДБИ). . Специальные и метрологические требования к ДБИ. Классификация и миниатюризация ДБИ	54	12	0	8	34
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации	Упругие элементы датчиков биологической информации. Чувствительность упругих систем. Показатели, свойства.	50	10	0	6	34
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Чувствительные элементы ДБИ. Типы и характеристики	66	20	0	12	34
	1.4	Биомедицинские электроды	Электроды и электродные системы. Микроэлектроды	46	6	0	6	34
Итого				216	48	0	32	136

### 3.2. Содержание разделов дисциплины

#### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Датчики биологической информации (ДБИ)	Области применения ДБИ и Э. Достижения современной измерительной техники в данной области	4
	1.1	Датчики биологическо	Датчики биологической информации (ДБИ). Датчики и показате-ли	4

		й информации (ДБИ)	состояния биологического объекта. Общие свойства ДБИ.	
	1.1	Датчики биологической информации (ДБИ)	Специальные и метрологические требования к ДБИ. Классификация и миниатюризация ДБИ	4
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации	Упругие элементы датчиков биологической информации.	2
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации	Основные характеристики упругих элементов ДБИ.	2
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации	Основы инженерных расчетов упругих элементов ДБИ	2
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации	Чувствительность упругих систем. Показатели, свойства.	2
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации	Передаточные функции упругих элементов ДБИ	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Чувствительные элементы ДБИ.	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Основные принципы построения чувствительных элементов.	4
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Тензометрические полупроводниковые чувствительные элементы. Типы и характеристики	4
	1.3	Чувствительные элементы	Гальваномагнитные чувствительные элементы (ГМЧЭ).	2

		ДБИ		
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Емкостные ЧЭ.	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Температурные ЧЭ	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Волоконно-оптические ЧЭ.	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ	Пленочные и пьезокристаллические ЧЭ	2
	1.4	Биомедицинские электроды	Электроды. Стимулирующие и отводящие электроды.	2
	1.4	Биомедицинские электроды	Неполяризующиеся электроды	2
	1.4	Биомедицинские электроды	Простые электроды. Микроэлектроды. Электроды для измерения физико=химических показателей	2

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Специальные и метрологические требования к ДБИ.	ЛР № 1. Исследование работы детектора и сглаживающего фильтра с помощью осциллографа	2
	1.1	Достижения современной измерительной техники в	ЛР № 5. Исследование индуктивных первичных преобразователей с помощью прибора Е12- 1А.ЛР	2

		данной области		
	1.1	Достижения современной измерительной техники в данной области	ЛР № 7. Исследование неравновесной измерительной мостовой схемы.	2
	1.1	Достижения современной измерительной техники в данной области	ЛР №8. Проверка частотомеров и генераторов частот с помощью цифрового частотомера периодомера 43-22	2
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации.	ЛР № 9. Расчет показателей емкостных датчиков.	2
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации.	ЛР № 10. Исследование работы потенциометрического датчика.	2
	1.2	Упругие элементы датчиков биологической информации.	ЛР № 11. Исследование характеристик индуктивного датчика.	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ. Типы и характеристики	ЛР № 2. Исследование оптического приемника. .	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ. Типы и характеристики	ЛР № 3. Исследование характеристик полупроводникового термосопротивления.	2
	1.3	Чувствительные элементы	ЛР № 4. Изучение методов поверки пирометрических приборов.	2

		ДБИ. Типы и характеристики		
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ. Типы и характеристики	ЛР № 6. Исследование параметров фотоэлектрических преобразователей.	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ. Типы и характеристики	ЛР № 12. Исследование характеристик датчика Холла.	2
	1.3	Чувствительные элементы ДБИ. Типы и характеристики	ЛР № 13. Исследование характеристик тензорезисторных преобразователей	2
	1.4	Электроды и электродные системы	ЛР № 14. Исследование электрических параметров гальванической пары.	2
	1.4	Электроды и электродные системы	ЛР № 15. Изучение показателей электродов для измерения рН.	2
	1.4	Электроды и электродные системы	ЛР № 16. Исследование металлических и неметаллических электродов.	2

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Области применения ДБИ и Э. Достижения современной измерительной техники в данной области.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Подготовка к контрольному опросу.	34
	1.2	Проработка раздела 3.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Подготовка сообщений. Подготовка к	34

			лабораторным занятиям. По программе занятий.	
	1.3	Выполнение курсовой работы «Биомедицинские измерительные преобразователи и электроды».	Оформление готовой курсовой работы с пояснительной запиской и графическим материалом.	34
	1.4	Изучение тем по биомедицинским электродам.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Подготовка к контрольно-ному опросу.	34

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

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

##### **5.1. Основная литература**

##### **5.1.1. Печатные издания**

1. 1. Березин, С.Я. Проектирование биомедицинских датчиков: Учебное пособие. /С.Я.Березин, В.А.Устюжанин. –Чита: ЧитГУ. 2009. -196 с. - ISBN 978-5-9293-0378-4 : б/ц. Всего: 70, из них: К.х.-2, Н.аб.-23, У.аб.-45 (70 экз.).

2. 2. Шишмарев В. Ю. Измерительная техника: учебник / Шишмарев Владимир Юрьевич. - 4-е изд., стер. - Москва : Академия, 2012. - 288 с. : ил. - (Среднее профессио-нальное образование). - ISBN 978-5-7695-9391-8 : 397-10. Всего: 5, из них: Н.аб.-2, У.аб.-3 (5 экз.).

3. 3. Шишмарев В.Ю. Средства измерений : учебник / Шишмарев Владимир Юрьевич. - 4-е изд., стер. - Москва : Академия, 2010. - 320 с. ISBN 978-5-7695-7505-1 : 366-30. Всего: 15, из них: К.х.-1, Н.аб.-2, У.аб.-12 (15 экз.). .

4. 4. Устюжанин В.А. Биомедицинские электроды. Датчики: Учебное пособие. Ч. 1,2. – Чита: ЧитГУ.2010. -192 с. - ISBN 978-5-9293-0627-3 : 121-00. Всего: 175, из них: К.х.-2, Н.аб.-20, У.аб.-153 (175 экз.).

5. 5. Илясов Л.В. Биомедицинская измерительная техника : учеб. пособие / Иля-сов Леонид Владимирович. - Москва : Высшая школа, 2007. - 342с. - ISBN 978-5-06-005535-1 : 565-00. Всего: 10, из них: К.х.-1, Н.аб.-9 (10 экз.)

##### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1. 1. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Элек-тронный ресурс]: Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, исправленное и дополненное.

- М. : Техносфера, 2012. - 368 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363189.html>
2. 2. Агеев, Олег Алексеевич. Информационно-измерительная техника и электро-ника. Преобразователи неэлектрических величин : Учебное пособие / Агеев О.А. - Отв. ред., Петров В.В. - Отв. ред. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2016. - 158. Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/E9083298-A69E-4EAF-9F37-679125167739>.
3. 3. Рачков, Михаил Юрьевич. Технические средства автоматизации : Учебник / Рачков М.Ю. - 2-е изд. - Computer data. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 180. - Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/8BF68DB1-1C5B-4FA1-8214-13B762A15A5F>
4. 4. Колосов, Олег Сергеевич. Технические средства автоматизации и управле-ния : Учебник / Колосов О.С. - Отв. ред. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 291. - Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/981B166D-BA5A-4F4E-AF15-D2E181A9C257>

## 5.2. Дополнительная литература

### 5.2.1. Печатные издания

1. 1. Раннев, Г. Г. Интеллектуальные средства измерений : учебник / Раннев Георгий Георгиевич. - Москва : Академия, 2011. - 272 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-7695-6469-7 : 435-60. Всего: 21, из них: Н.аб.-2, У.аб.-18, Ч.з. тех. лит.-1 (21 экз.)
2. 2. Анцыферов, С. С. Общая теория измерений : учеб. пособие / Анцыферов Сергей Сергеевич, Голубь Борис Иванович; под ред. Н.Н. Евтихиева . - Москва : Горячая линия-Телеком, 2007. - 176 с. : ил. - ISBN 5-93517-271-2 : 495-00. Всего: 15, из них: К.х.-1, Н.аб.-2, У.аб.-12 (15 экз.).
3. 3. Шкуратник, В. Л. Измерения в физическом эксперименте : учебник для ву-зов / Шкуратник Владимир Лазаревич. - 2-е изд., доп. и испр. - Москва : Горная книга, 2006. - 335с. : ил. - ISBN 5-98672-032-6 : 667-80. Всего: 10, из них: Н.аб.-2, У.аб.-8 (10 экз.).
4. 4. Технические средства измерений : учеб. пособие / Гольцов Анатолий Сер-геевич [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2012. - 264 с. - ISBN 978-5-94178-335-9 : 374-98. Всего: 15, из них: К.х.-1, Н.аб.-2, У.аб.-11, Ч.з. тех. лит.-1 (15 экз.).

### 5.2.2. Издания из ЭБС

1. 1. Бородин, Иван Федорович. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : Учебник / Бородин И.Ф., Андреев С.А. - 2-е изд. - Computer data. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 356. - Ссылка на ресурс: <https://www.biblioonline.ru/book/7E4B1D44-CA39-4561-B0F4-E239322DFD47>.
2. 2. Серебряков, Александр Сергеевич. Автоматика : Учебник и практикум / Серебряков А.С. - отв. ред. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 431. - Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/1EDE78E1-06C1-4F36-8708-F0B05DFC415A>.
3. 3. Рогов, Владимир Александрович. Технические средства автоматизации и управления : Учебник /; Рогов В.А., Чудаков А.Д. - 2-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 404. - Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/61D221D7-6E70-451C-824B-236D5FAEAA45>

## 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка

ЭБС «Троицкий мост»;	<a href="http://www.trmost.ru/">http://www.trmost.ru/</a>
ЭБС «Лань»;	<a href="http://www.e.lanbook.ru/">http://www.e.lanbook.ru/</a>
ЭБС «Юрайт»	<a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a>

## 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) Atom

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Лекционные занятия предполагают систематизированное изложение основных вопросов дисциплины. Они позволяют дать больший объем информации и обеспечить более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов при самостоятельном изучении материала. В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Углубление и закрепление теоретических знаний и их проверка

проходят во время практических занятий. Они проводятся после изучения больших по содержанию тем и разделов. Базируясь на полученных знаниях, навыках и умениях, — метод практических работ обеспечивает углубление, закрепление и конкретизацию приобретенных знаний. Формируя способы научного анализа теоретических положений, укрепляет связь теории и практики в учебном процессе и жизни. Он вооружает студентов комплексными, интегрированными навыками и умениями, необходимыми в производственной деятельности. Практические работы носят характер учебно-тренировочных. При их выполнении можно пользоваться справочным материалом. Самостоятельная работа Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений.

Разработчик/группа разработчиков:  
Сергей Яковлевич Березин

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.