

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физического факультета

  
С.Н. Филимонов

« 01 » сентября 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Методы измерения и контроля в биомедицине**

по направлению подготовки

**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки

**«Физические методы и информационные технологии в биомедицине»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

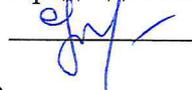
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.05

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

  
В.П. Демкин

Председатель УМК

  
О.М. Сюсина

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-2 – способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- ПК-2 – способен использовать свободное владение компьютерными программами анализа многомерных биомедицинских данных в задачах оценки состояния биосистем;
- ПК-3 – способен соблюдать правила безопасности в потенциально опасных лабораторных условиях;
- ПК-4 – способен демонстрировать знание фундаментальных и практических методов оценки состояния биосистем и их применение в биомедицинской диагностике.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИУК-2.1. Формулирует цель проекта, обосновывает его значимость и реализуемость
- ИУК-2.2. Разрабатывает программу действий по решению задач проекта с учетом имеющихся ресурсов и ограничений
- ИУК-2.3. Обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами
- ИПК-2.1. Знает принципы и методы сбора, обработки и наглядного представления медико-биологической информации.
- ИПК-2.2. Умеет планировать и разрабатывать дизайн медико-биологических исследований с использованием современных компьютерных технологий и программных средств.
- ИПК-2.3. Владеет навыками визуализации, моделирования, анализа результатов биомедицинских исследований.
- ИПК-3.2. Умеет обеспечивать биологическую безопасность при работе в научно-исследовательских лабораториях.
- ИПК-4.1. Знает принципы и механизмы регуляции биологических процессов.
- ИПК-4.2. Умеет ориентироваться в новейших достижениях в области биомедицинской диагностики.
- ИПК-4.3. Владеет методами и технологиями оценки состояния биосистемы.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Знакомство с методами диагностики и мониторинга состояния биологических объектов;
- изучение методических основ регистрации сигналов в биомедицине;
- знакомство с микроконтроллерами и приемами взаимодействия с ними.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

Дисциплина освещает вопросы о видах измерений, проводимых в биомедицине, принципах разработки и использования устройств для регистрации, хранения и предварительной обработки биомедицинских данных.

Полученные в рамках дисциплины компетенции необходимы для эффективной организации научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

#### **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 1, зачет.

#### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Специальные компетенции для освоения дисциплины не предусмотрены.

#### **6. Язык реализации**

Английский

#### **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 14 ч.;
- практические занятия: 22 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

#### **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Основные понятия систем измерений и принципов мониторинга в биомедицине.

Введение. Понятие о живых организмах и параметрах, которые можно регистрировать. Морфологическая и функциональная сложность организации биологических объектов. Высокая вариабельность параметров описывающих живые системы. Трудности измерения параметров живых организмов. Трудности контролирования факторов, изменяющих состояние живых объектов. Происхождение биосигналов. Требования к системам регистрации биосигналов. Основные идеи об измерительных системах в медицине. Основные концепции мониторинга в медицине. Основные принципы клинического мониторинга.

Тема 2. Классификация биомедицинских измерительных систем и измерительной техники.

Классификация измерительных устройств и техники в биомедицине. Исследования, применяемые для изучения биообъектов (классификация). Классификация преобразователей по Ахутину. Методы измерений в биомедицине. Свойства биопотенциалов. Измерение сигналов неэлектрической природы. Фото-плетизмографические преобразователи для измерения ЧСС.

Тема 3. Способы хранения данных измерений и визуализация записанных параметров.

Основные принципы хранения и передачи данных. Структура стандартных файлов биомедицинских исследований. Основные средства визуализации биомедицинских данных. Приемы определения «характеристической точки». Средства визуализации биомедицинских сигналов.

Тема 4. Обзор систем мониторинга в биомедицине. Инструменты контроля и мониторинга в биомедицине.

Основы мониторинга сердечного ритма. Структурная схема оборудования для мониторинга и автоматического анализа сердечного ритма. Мониторинг кровяного давления и деятельности сердца. Структурная схема монитора кровяного давления. Принципы мониторинга функции дыхания. Техника и оборудование для карбонометрии.

#### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки отчетов по выполнению студентами лабораторных работ, проектного задания,

предполагающих самостоятельную работу по поиску, анализу, обработке информации, подготовке, оформлению результатов, в том числе итогового проекта, созданию собственных приложений для компьютера, предназначенных для сбора данных самостоятельно разрабатываемых устройств.

Балльная оценка текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине составляет максимум **100 баллов**.

Таблица 9.1

№ п/п	Вид контроля	Количество	Количество баллов за 1 ед. контроля	Сумма
1.	Посещение лекций	7	1	7
2.	Выполнение лабораторных работ	4	12	48
3.	Выполнение итогового проекта (лабораторной работы)	1	45	45
	<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>

Индикаторы балльной оценки ответа по лабораторной работе:

– 10-12 баллов – ответ не содержит ошибочных расчетов, элементов и утверждений, максимально полно раскрывает суть каждого вопроса, составлен профессиональным языком, содержит выводы;

– 7-9 баллов – в ответе допущены непринципиальные ошибки и неточности в расчетах, ответ содержит упущения, составлен профессиональным языком, содержит выводы;

– 4-6 баллов – ответ содержит несколько ошибок в расчетах, упущения, содержание ответов не полное; составлен профессиональным языком, в выводах допущены неточности;

– 0-3 балла – ответ содержит многочисленные ошибки в расчетах, упущения, содержание ответов не полное; выводы отсутствуют.

Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Соответствие 100-балльной шкалы оценок 2-альтернативной шкале оценок:

– 0-75 баллов – «незачтено»;

– 75-100 баллов – «зачтено».

Студент получает зачет, если набирает свыше 75 баллов.

В другом случае промежуточная аттестация проводится в форме письменного зачета по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Живые организмы и описание параметров регистрации.
2. Морфологическая и функциональная сложность организации биологических объектов.
3. Основные трудности измерения параметров живых организмов.
4. Контролирование факторов состояния живых объектов.
5. Происхождение и источники биосигналов.
6. Требования к системам регистрации биосигналов.

7. Основные измерительные системы в медицине.
8. Основные концепции мониторинга в медицине.
9. Клинический мониторинг.
10. Классификация измерительных устройств и техники в биомедицине.
11. Классификация исследований по изучению биообъектов.
12. Классификация преобразователей по Ахутину.
13. Методы измерений в биомедицине.
14. Свойства биопотенциалов.
15. Измерение сигналов неэлектрической природы.
16. Основные принципы хранения и передачи регистрируемых данных.
17. Описание структуры стандартных файлов биомедицинских исследований.
18. Основные средства визуализации биомедицинских данных.
19. Средства визуализации биомедицинских сигналов.
20. Инструменты контроля и мониторинга в биомедицине.
21. Основы мониторинга сердечного ритма.
22. Описание структурной схемы оборудования для мониторинга.
23. Мониторинг кровяного давления.
24. Описание структурной схемы монитора кровяного давления.
25. Принципы мониторинга функции дыхания.
26. Оборудование для карбонометрии.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22505>

б) учебно-методическое пособие – Svetlik M. Methods of measurement: trans. by A.S.Bub / Svetlik M. – Tomsk: Publishing house of Tomsk State University. – 2016. – 86 pp. – 14 fig.;

в) оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине;

г) примерные темы лабораторных работ с примерами заданий:

- Лабораторная работа №1 «Системы счисления, булева алгебра».
- Лабораторная работа №2 «Разработка системы преобразования сигналов».
- Лабораторная работа №3 «Разработка системы сбора данных».
- Лабораторная работа №4 «Разработка приложения для сбора и сохранения данных на персональном компьютере».

– Лабораторная работа/итоговый проект «Разработка приложения для регистрации физиологического параметра и его визуализации».

1. Лабораторная работа №1 «Системы счисления, булева алгебра»

*Примеры заданий:*

- Перевод чисел в разные системы счисления.
- Построение таблиц истинности для различных условий.
- Определение значений на логических выводах микроконтроллера.

2. Лабораторная работа №2 «Разработка системы преобразования сигналов»

*Примеры заданий:*

- Определить необходимый и достаточный тип усилителя сигнала.
- Нарисовать схематически вид преобразователя.
- Посчитать номиналы компонентов входящих в схему преобразователя.

3. Лабораторная работа №3 «Разработка системы сбора данных»

*Примеры заданий:*

- Определение назначения системы (регистрация/мониторинг).

- Программирование микроконтроллера для захвата данных с устройства преобразования сигналов.
- Программирование микроконтроллера для визуализации и/или передачи данных в компьютер.

4. Лабораторная работа №4 «Разработка приложения для сбора и сохранения данных на персональном компьютере»

*Примеры заданий:*

- Создание интерфейса пользователя средствами IDE Lazarus.
- Создание коммуникации с микроконтроллером для сбора данных.
- Создание подпрограммы сохранения получаемых данных.

5. Итоговый проект (лабораторная работа) «Разработка приложения для регистрации физиологического параметра и его визуализации»

*Примеры заданий:*

Разработать индивидуальный проект – Разработка приложения для регистрации физиологического параметра и его визуализации.

- Определиться с типами сигналов и параметров для построения комплекса регистрации данных.
- Продумать организацию взаимодействия устройств в составе комплекса.
- Представить проект в виде законченного приложения для компьютера с возможностью просмотра регистрируемого сигнала. Представить описание проделанной работы.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. Advances in Biomedical Sensing, Measurements, Instrumentation and System [Electronic resource] / ed. S. Ch. Mukhopadhyay, A. Lay-Ekuakille. – Berlin : Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2010. – 352 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-05167-8> (access date: 06.04.2022).

2. Wearable Monitoring Systems / Annalisa Bonfiglio, Danilo De Rossi. [Electronic resource]. New York: Springer; 2011. – 301 p. URL: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=372883&lang=ru> (access date: 06.04.2022).

3. Jaeger R. Microelectronic Circuit Design / R. Jaeger, T. N. Blalock. – 4th edition. – New York : The McGraw-Hill Companies, 2011. – 1334 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.jaegerblalock.com/> (access date: 06.04.2022).

4. Svetlik M. Methods of measurement: trans. by A.S.Bub / Svetlik M. – Tomsk: Publishing house of Tomsk State University. – 2016. – 86 pp. – 14 fig.

б) дополнительная литература:

1. Springer handbook of materials measurement methods [Electronic resource] / ed. H. Czichos, T. Saito, L. Smith. – Berlin : Heidelberg : Springer-Verlag, 2006. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-540-30300-8> (access date: 06.04.2022).

2. Analytical molecular biology : quality and validation [Electronic resource] / Ginny C. Saunders, Parkes H.C. – Cambridge : Royal Society of Chemistry, 1999. – 190 p. – The electronic version of the printing publication. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861700001752?via%3Dihub> (access date: 06.04.2022).

3. Traceability in chemical measurement [Electronic resource] / P. Bièvre, H. Günzler. – Berlin: Heidelberg : Springer-Verlag, 2005. – 297 p. – The electronic version of the printing publication. – <https://link.springer.com/book/10.1007/b138593> (access date: 06.04.2022).

4. Performance measurement: accelerating improvement [Electronic resource] / National Research Council. – Washington: National Academies Press, 2006. – 364 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: [https://books.google.ru/books?id=DTYZJwbCvTgC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ru/books?id=DTYZJwbCvTgC&printsec=frontcover&hl=ru&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) (access date: 12.08.2021).

в) ресурсы сети Интернет:

1. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Эмулятор Ардуино – <https://www.tinkercad.com/>

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Access, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.);

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Для проведения лекционных и семинарских занятий используется лаборатория моделирования физических процессов в биологии и медицине (аудитория № 442 второго учебного корпуса ТГУ), оснащенная интерактивной доской, звуковым и видеооборудованием, мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, ресурсов сети Интернет, других учебных материалов. Имеются персональные компьютеры студентов, с доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Светлик Михаил Васильевич, кандидат биологических наук, доцент, зав. каф. физиологии человека и животных БИ ТГУ.