

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06**

Обработка данных биомеханики движения человека

Учебный план: 2024-2025 29.04.05 ИТМ Биомеханический анализ движ. чел. ОО №2-1-162.plx

Кафедра: **46** Конструирования и технологии изделий из кожи им. проф. А.С. Шварца

Направление подготовки:  
(специальность) 29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности

Профиль подготовки:  
(специализация) Биомеханический анализ движения человека в проектировании обуви

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |              | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоёмкость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|--------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Лаб. занятия |             |                |                   |                                |
| 1                         | УП  | 17                            | 34           | 20,75       | 0,25           | 2                 | Зачет                          |
|                           | РПД | 17                            | 34           | 20,75       | 0,25           | 2                 |                                |
| 2                         | УП  | 17                            | 34           | 30          | 27             | 3                 | Экзамен                        |
|                           | РПД | 17                            | 34           | 30          | 27             | 3                 |                                |
| Итого                     | УП  | 34                            | 68           | 50,75       | 27,25          | 5                 |                                |
|                           | РПД | 34                            | 68           | 50,75       | 27,25          | 5                 |                                |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности, утвержденным приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 970

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

Ассистент

\_\_\_\_\_

Аксенов Андрей Юрьевич

Клишковская Ирина  
Алексеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой конструирования и технологии  
изделий из кожи им. проф. а.с. шварца

\_\_\_\_\_

Щербаков  
Валерьевич

Сергей

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Щербаков  
Валерьевич

Сергей

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** приобретение теоретических знаний о современных способах цифровой обработки и анализа кинематических данных движений человека, формирование умений и навыков по подготовке данных и разработке приложений автоматизированного анализа в программной среде Matlab.

**1.2 Задачи дисциплины:**

получение знаний об основных принципах цифровой обработки сигналов, формирование умений и навыков, направленных на разработку алгоритмов анализа данных биомеханики движений человека и представления полученных результатов.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Дисциплина базируется на базовых знаниях, полученных на предыдущем уровне образования

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |
|--|
| <b>ПК-1: Способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области проектирования обувных и коженно-галантерейных изделий на основе анализа движения человека</b> |
| <b>Знать:</b> основные современные способы цифровой обработки и анализа сигналов кинематических и кинетических данных движений человека в программной среде Matlab   |
| <b>Уметь:</b> использовать на практике полученные знания для разработки алгоритмов обработки, анализа и визуализации данных биомеханики движений   |
| <b>Владеть:</b> навыками разработки программно-алгоритмического обеспечения автоматизированной обработки и представления результатов анализа данных движения человека в программной среде Matlab                           |

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий  | Семестр<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа |                | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|--|---------------------------|-------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|  |                           | Лек.<br>(часы)    | Лаб.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Обработка сигналов и данных во временной области   | 1                         |                   |                |              |                              | О                             |
| Тема 1. Введение. Цели и задачи курса  |                           | 1                 |                |              |                              |                               |
| Тема 2. Введение в Matlab. Возможности Matlab. Знакомство со средой разработки<br>Лабораторное занятие 1. Загрузка данных из txt-файлов. Графическое представление данные - построение графиков  |                           | 2                 | 2              | 2            | ИЛ                           |                               |
| Тема 3. Описательная статистика. Распределение и основные статистические показатели<br><br>Лабораторное занятие -2. Описательная статистика. Построение усреднённых графиков, построение разброса данных на графиках.<br>Лабораторное занятие - 3. Описательная статистика. Поиск средних максимумов и минимумов. Работа с типом данных ячейки.  |                           | 2                 | 6              | 2            |                              |                               |
| Тема 4. Основы Matlab. Типы данных. Матрицы и операции над ними. Встроенная библиотека функций<br><br>Лабораторное занятие - 4. Работа с данными. Сохранение данных в формате *.txt и *.xlsx. Редактирование данных в Excel посредством Matlab.<br>Лабораторное занятие - 5. Конструкция try..catch. Режим отладки<br>Лабораторное занятие - 6. Функции в Matlab. Создание собственных функций. Рефакторинг кода |                           | 2                 | 20             | 10           | ИЛ                           |                               |
| Раздел 2. Дискретные сигналы. Введение в цифровую обработку сигналов.  |                           |                   |                |              |                              |                               |
| Тема 5. Сигналы. Дискретные и аналоговые. Понятия дискретизации и квантования сигналов. Дельта-функция и единичная ступенчатая функция. Теорема отсчетов (Теорема Котельникова)<br>Лабораторное занятие 7 - Практическое использование теоремы Котельникова. Эффект наложения  |                           | 4                 | 2              | 1            |                              |                               |
| Тема 6. Свертка сигналов.  |                           | 2                 |                | 1,75         |                              |                               |
| Тема 7. Ряды Фурье. Дискретное преобразование Фурье  |                           | 2                 | 2              | 2            |                              |                               |
| Тема 8. Интерполяция сигналов.<br>Лабораторное занятие 8 - Интерполяция сигналов   |                           | 2                 | 2              | 2            |                              |                               |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)  |                           | 17                | 34             | 20,75        |                              |                               |

|   |    |        |       |    |   |
|---|----|--------|-------|----|---|
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)   |    | 0,25   |       |    |   |
| Раздел 3. Обработка пространственных координат маркеров   |    |        |       |    |   |
| Тема 9. Расчеты в трехмерном пространстве. Длины, углы между прямыми, углы между прямой и плоскостью  |    |        |       |    |   |
| Лабораторное занятие – 9. Расчеты в трехмерном пространстве в Matlab. Расстояния, углы между прямыми, углы между прямыми и плоскостями  | 2  | 4      | 4     |    | О |
| Тема 10. Разработка приложений в Matlab App Designer  |    |        |       |    |   |
| Лабораторное занятие – 10. Разработка приложения обработки трехмерных данных регистрации движения человека в Matlab App Designer  | 2  | 10     | 4     | ИЛ |   |
| Раздел 4. Спектральный анализ сигналов  |    |        |       |    |   |
| Тема 11. Спектральный анализ сигналов. Амплитудный и фазовый спектр.  |    |        |       |    |   |
| Лабораторное занятие – 11. Использование алгоритмов БПФ. Спектральная плотность мощности.   | 3  | 4      | 6     |    |   |
| Тема 12. Цифровая фильтрация. БИХ- и КИХ-фильтры  |    |        |       |    |   |
| Лабораторное занятие 12. Разработка фильтра с использованием Matlab. Характеристики фильтров. Фильтрация сигналов. Фильтрация сигналов с нулевым фазовым сдвигом.                                     | 2  | 4      | 4     |    | О |
| Тема 13. Корреляционный анализ  |    |        |       |    |   |
| Лабораторное занятие – 13. Корреляционные функции: автокорреляционная функция и взаимная корреляционная функция.  | 2  | 4      | 4     |    |   |
| Раздел 5. Статистический анализ в Matlab  |    |        |       |    |   |
| Тема 14. Статистический анализ.   |    |        |       |    |   |
| Лабораторное занятие – 14. Статистический анализ в Matlab   | 2  | 4      | 4     |    |   |
| Тема 15. Разработка алгоритмов для решения нестандартных задач выделения сигналов: выделение дыхания и сердцебиения на основе кинематических данных. Оценка качества алгоритма. сравнение алгоритмов. |    |        |       |    |   |
| Лабораторное занятие – 15. Выделение дыхания по кинематическим данным. Сравнение с эталонным сигналом спирографии.  | 2  | 4      | 4     |    | О |
| Тема 16. Заключение   | 2  |        |       |    |   |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)   | 17 | 34     | 30    |    |   |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)   |    | 2,5    | 24,5  |    |   |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>   |    | 104,75 | 75,25 |    |   |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения   | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--|----------------------------------|
| ПК-1            | Раскрывает кинетические и кинематические данные о движении человека и способах их обработки в программной среде MatLab         | Вопросы для собеседования        |
|                 | Для демонстрации анализа и визуализации данных о биомеханике движения человека использует изученные алгоритмы для их обработки | Практико-ориентированное задание |
|                 | Анализирует данные движения человека и разрабатывает программное обеспечение для их обработки в среде MatLab                   | Практико-ориентированное задание |

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания        | Критерии оценивания сформированности компетенций  |                   |
|-------------------------|---|-------------------|
|                         | Устное собеседование  | Письменная работа |
| 5 (отлично)             | Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу  |                   |
| 4 (хорошо)              | Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Ответ в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.   |                   |
| 3 (удовлетворительно)   | Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов              |                   |
| 2 (неудовлетворительно) | Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). |                   |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| Зачтено    | Обучающийся своевременно выполнил практические работы, возможно допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя.    |  |
| Не зачтено | Обучающийся не выполнил, или выполнил частично практические работы, допустил существенные ошибки в ответах на вопросы преподавателя. |  |

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п     | Формулировки вопросов   |
|-----------|---|
| Семестр 1 |   |
| 1         | Типы данных в Matlab.   |
| 2         | Операции над матрицами в Matlab.  |
| 3         | Описательная статистика. Распределение, гисторгаммы.  |
| 4         | Описательная статистика. Меры центральной тенденции.  |
| 5         | Описательная статистика. Меры вариабельности.   |
| 6         | Дискретные и аналоговые сигналы.  |
| 7         | Аналогово-цифровое преобразование сигналов.   |
| 8         | Действия над дискретными сигналами. Сдвиг, масштабирование, инверсия.   |
| 9         | Единичная ступенчатая функция и дельта-функция. Их связь.   |
| 10        | Декомпозиция сигнала через дельта-функции.  |
| 11        | Дискретизация сигналов. Частота, период   |
| 12        | Квантование сигналов. Ошибка квантования.   |
| 13        | Теорема Котельникова. Эффект наложения.   |
| 14        | Свертка сигналов.   |
| 15        | Дискретное преобразование Фурье.  |
| 16        | Алгоритм быстрого преобразования Фурье.   |
| 17        | Интерполяция сигналов. Линейная интерполяция.   |
| 18        | Интерполяция сигналов. Кубическая сплайн интерполяция   |
| Семестр 2 |   |
| 19        | Частотный анализ сигналов.  |
| 20        | Амплитудный и фазовый спектр.   |
| 21        | Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).   |
| 22        | Спектральная утечка и использование окон.   |
| 23        | Алгоритм проведения спектрального анализа на основе быстрого преобразования Фурье.  |
| 24        | Цифровая фильтрация. Разностное уравнение цифрового фильтра.  |
| 25        | Классификация цифровых фильтров. По коэффициентам, по откликам на единичный импульс.  |
| 26        | Классификация цифровых фильтров. По виду амплитудно-частотных характеристик.  |
| 27        | Цифровая фильтрация. КИХ-фильтры. Разностное уравнение. Структурная схема. Условие линейности фазо-частотной характеристики.                |
| 28        | Цифровая фильтрация. КИХ-фильтры. Разностное уравнение. Цифровое дифференцирование.   |
| 29        | Цифровая фильтрация. БИХ-фильтры. Разностное уравнение. Структурная схема.  |
| 30        | Цифровая фильтрация. БИХ-фильтры. Разностное уравнение. Цифровое интегрирование.  |
| 31        | Цифровая фильтрация. Сравнительный анализ БИХ и КИХ фильтров.   |
| 32        | Фильтрация – изменение частотных свойств сигнала.   |
| 33        | Корреляционный анализ сигналов. Автокорреляционная функция.   |
| 34        | Корреляционный анализ сигналов. Взаимная функция.   |
| 35        | Статистический анализ. Проверка гипотез.  |
| 36        | Разработка алгоритмов для решения нестандартных задач выделения сигналов: выделение дыхания и сердцебиения на основе кинематических данных. |

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1 семестр

1. Загрузить данные угла голеностопа. Построить усредненные данные для правой и левой ноги. Рассчитать размах, минимальные и максимальные значения на участках 0-12%, 0-62%, 62-100%, 0-100%.

2. Загрузить данные угла колена. Построить усредненные данные для правой и левой ноги. Рассчитать размах, минимальные и максимальные значения на участках 0-12%, 0-62%, 62-100%, 0-100%.

3. Загрузить данные угла тазобедренного сустава. Построить усредненные данные для правой и левой ноги. Рассчитать размах, минимальные и максимальные значения на участках 0-12%, 0-62%, 62-100%, 0-100%.

2 семестр

4. Загрузить данные маркеров. Рассчитать и построить угол колена в сагиттальной области для правой ноги. Применить сглаживающий фильтр.

5. Загрузить данные маркеров. Рассчитать и построить тазобедренный в сагиттальной области для левой ноги. Применить фильтр скользящего среднего.

6. Загрузить данные маркеров. Взять любой маркер с груди. Рассчитать расстояние между ним и началом координат в 3D и трех плоскостях. Нормализовать полученные данные. Построить автокорреляционную функцию (АКФ) для каждого и сделать вывод о частоте дыхания.

7. Загрузить данные маркеров. Взять любой маркер с груди. Рассчитать расстояние между ним и началом координат в 3D и трех плоскостях. Нормализовать полученные данные. Построить спектральную плотность мощности для каждого и сделать вывод о частоте дыхания.

8. Загрузить данные маркеров. Построить расстояние между маркером голеностопа и тазобедренным: в трех плоскостях и 3D. Сгладить данные. Разбить на шаги. Построить усредненный график с разбросом данных.

9. Загрузить данные миографии. Провести обработку данных: нормировать, рассчитать площадь, посчитать максимумы и минимумы.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Не допускается использование текста справочных материалов.
- Время на подготовку ответа на зачете и на экзамене не превышает 40 минут.
- Зачет состоит из устного собеседования по вопросам
- Экзамен состоит из устного теоретического вопроса и практико-ориентированного задания

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор  | Заглавие                                      | Издательство   | Год издания | Ссылка  |
|--|---|--|-------------|---|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>                                   |   |  |             |   |
| Кубланов, В. С.,<br>Борисов, В. И.,<br>Долганов, А. Ю.,<br>Поршневу, С. В. | Анализ биомедицинских сигналов в среде MATLAB | Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ                     | 2016        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/69577.html">http://www.iprbookshop.ru/69577.html</a> |
| Трошина, Г. В.   | Численные расчеты в среде MatLab              | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет           | 2020        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/99243.html">http://www.iprbookshop.ru/99243.html</a> |
| Плещинская, И. Е.,<br>Гитов, А. Н.,<br>Бадертдинова, Е. Р.,<br>Дуев, С. И. | Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2014        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/62173.html">http://www.iprbookshop.ru/62173.html</a> |

| 6.1.2 Дополнительная учебная литература                    |  |  |      |   |
|--|--|--|------|---|
| Семенова, Т. И., Шакин, В. Н., Юсков, И. О., Юскова, И. Б. | Введение в математический пакет Matlab | Москва: Московский технический университет связи и информатики | 2016 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/61469.html">http://www.iprbookshop.ru/61469.html</a> |

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)

База данных Минэкономразвития РФ «Информационные системы Министерства в сети Интернет» [Электронный ресурс]. URL: <http://economy.gov.ru/minec/about/systems/infosystems/>

База данных исследований Центра стратегических разработок [Электронный ресурс]. URL: <https://www.csr.ru/issledovaniya/>

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

Официальный интернет-портал правовой информации (федеральная государственная информационная система) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru>

Министерство экономического развития Российской Федерации. Федеральная государственная информационная система территориального планирования [Электронный ресурс]. URL: <https://fgistp.economy.gov.ru/>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

MATLAB

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория            | Оснащение   |
|----------------------|---|
| Компьютерный класс   | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска   |
| Учебная аудитория    | Специализированная мебель, доска  |