

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа искусств и дизайна

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Система захвата и моделирования движения

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

54.04.01 - Дизайн

---

Направленность образовательной программы

Медиаарт и искусственный интеллект

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01.05 Система захвата и моделирования движения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-5: Готовность демонстрировать наличие комплекса информационно-технологических знаний, владений приемами компьютерного мышления	ПК-5.1: Применяет современные проектные технологии для решения профессиональных задач	ПК-5.1:  Знать: основные концепции и методы моделирования, как исторически сложившиеся, так и современные  Уметь: применять методы трехмерного моделирования  Владеть: навыками использования современного инструментария и прикладных пакетов для создания качественных трехмерных сцен и объектов	Тест Практическое задание	Зачёт с оценкой: Контрольные вопросы
ПК-6: Способность к моделированию процессов, объектов и систем, используя современные проектные технологии для решения профессиональных задач	ПК-6.1: Обладает приемами компьютерного мышления и способностью к моделированию процессов, объектов и систем, используя современные проектные технологии для решения профессиональных задач	ПК-6.1:  Знать: основные этапы и роли цифрового процесса производства трехмерного графического продукта  Уметь: выдавать качественный графический продукт  Владеть: навыками применения полученных знаний в области трехмерного моделирования и анимации в цифровом процессе производства графических продуктов	Тест Практическое задание	Зачёт с оценкой: Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	12
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	22
- КСР	1
самостоятельная работа	37
Промежуточная аттестация	0 Зачёт с оценкой

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Введение. Механика и биомеханика для захвата движений	6	1	2	3	3
Тема 2. Методы анализа движений	6	1	2	3	3
Тема 3. Анатомические модели для маркерного анализа	6	1	2	3	3
Тема 4. Измерение силы и плантарного давления	7	1	2	3	4
Тема 5. Электромиография	10	2	2	4	6
Тема 6. Стриминг данных видеонализа используя SDK в ROS, Matlab, Simulink, Unity, C#, Python	12	2	4	6	6
Тема 7. Методики оценки экзоскелетных конструкций, бионических ног, протезов верхних и нижних конечностей	12	2	4	6	6
Тема 8. Моделирование в OpenSim	12	2	4	6	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	12	22	35	37

#### Содержание разделов и тем дисциплины

## Тема 1. Введение. Механика и биомеханика для захвата движений

Общие сведения о системах захвата и области применения.

Силы, моменты, мышцы, сила реакции опоры и плантарное давление, кинематика движения объектов и суставов, работа, мощность, инверсивная динамика

## Тема 2. Методы анализа движений

Расстановка оптических систем, настройка и калибровка систем захвата движений, синхронизация систем, регистрация движения, фильтрация артефактов.

## Тема 3. Анатомические модели для маркерного анализа

Helen Hayers, the CAST и IOR маркерные модели. Многокомпонентная стопа.

## Тема 4. Измерение силы и плантарного давления

Системы для оценки сил реакции опоры. Силы реакции опоры во время ходьбы и бега, анализ и интерпретация. Центр масс. Системы плантарного давления, методы анализа и интерпретации результатов.

## Тема 5. Электромиография

Мышцы и типы мышечных волокон, связь с электромиографией (ЭМГ), методы регистрации ЭМГ сигналов. ЭМГ системы. Подготовка и расположение ЭМГ датчиков. Артефакты движений. Методы обработки ЭМГ сигналов. Типы мышечных контрактур. Анализ и интерпретация ЭМГ сигналов.

## Тема 6. Стриминг данных видеонализа используя SDK в ROS, Matlab, Simulink, Unity, C#, Python

Стриминг данных видеонализа используя SDK в ROS, Matlab, Simulink, Unity, C#, Python

## Тема 7. Методики оценки экзоскелетных конструкций, бионических ног, протезов верхних и нижних конечностей

Комплекс методик и критерии оценки экзоскелетных конструкций, бионических ног, протезов верхних и нижних конечностей.

## Тема 8. Моделирование в OpenSim

Моделирование скелетномышечной системы в программной среде OpenSim (Stanford).

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 10 ч.

## **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа, наряду с лекционным курсом и практическими занятиями, является неотъемлемой частью изучения курса. Приступая к изучению дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести тетради для конспектирования лекций и практических занятий. В ходе самостоятельной работы изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, научные статьи и материалы социологических исследований. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. При подготовке к зачету повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на экзамен и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В процесс освоения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Содержание внеаудиторной самостоятельной работы определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно рабочей программе учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, дополнительной литературы), составление плана текста, конспектирование текста, выписки из текста, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом, (составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре, подготовка реферата, тестирование и др.;
- для формирования умений: решение практических ситуаций и заданий, подготовка к деловым играм, решение тестов и т.д.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по

дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-5:**

Вариант 1

1. Имитационное моделирование - это:

- 1) процесс построения и изучения физических моделей
- 2) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений)
- 3) процесс построения и изучения математических моделей

2. Аналитическое моделирование - это:

- 1) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений)
- 2) разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств
- 3) процесс построения и изучения математических моделей

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-6:**

Вариант 1

1. Статические модели служат для:

- 1) отображения поведения объекта во времени
- 2) описания состояния объекта в какой-либо момент времени
- 3) представления системы с непрерывными процессами

2. Дискретные модели отображают:

- 1) поведение систем с дискретными состояниями
- 2) поведение объекта во времени
- 3) поведение, функцию моделируемого объекта

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

Задание 1.

Рассчитать силу проходящую через ахиллово сухожилие в заданный момент времени при результирующей силе реакции опоры = 900Н, плеча момента  $x$  и плеча Ахилла до центра голеностопа  $y$ .

#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-6:

##### Задание 1

Рассчитать результирующую силу локтевого сустава, если человек весит 71 кг, рост 1.7 м., стоит горизонтально, в руке держит металлический мяч весом 20 кг, бицепс находится под углом 50 градусов относительно предплечья и плечо мышц = 0.06 м.

##### Задание 2

Обработка кинематических, кинетических и ЭМГ данных, сравнительный анализ, формирование отчета и интерпретация полученных данных.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

#### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации



## Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

## Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы

		знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Расчет моментов и мощностей суставов. Интерпретация графиков.

Порядок подготовки кинематических данных и их математическая обработка.

Основные методы обработки электрокимографических сигналов и их нормирование.

Математические модели движения биомеханической системы.

Методы и датчики для измерения плантарного давления.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6

Правила международного нормирования кинетических данных.

Критерии оценки пассивных экзоскелетных конструкций.

Принцип работы маркерной системы захвата.

Геометрия масс человеческого тела.

Анализ и синтез движения биомеханической системы.

Антропометрические модели.
Методы измерения силового воздействия.
Захват движений в медицине и реабилитации. Задачи, решения, примеры.
Электромиографический метод.
Методы анализа движений
Современные среды для анализа параметров движения человека

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Маслов Л. Б. Конечно-элементные пороупругие модели в биомеханике : монография / Маслов Л. Б. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 236 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-47835-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=864687&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Стребуляев Сергей Николаевич. Компьютерное моделирование в задачах прикладной математики : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / С. Н. Стребуляев, Д. А. Миронова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 69 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823050&idb=0>.
2. Стребуляев Сергей Николаевич. Компьютерное моделирование в задачах прикладной математики : учебно-методическое пособие . Ч. 2 / С. Н. Стребуляев, М. С. Петрова ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2018. - 47 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=822400&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Visual3D [https://www.cmotion.com/v3dwiki/index.php?title=Main\\_Page](https://www.cmotion.com/v3dwiki/index.php?title=Main_Page)
2. Сайт сообщества по вопросам моделирования в программной среде OpenSim - <https://opensim.stanford.edu/>
3. Европейский проект SENIAM (электромиография для оценки состояния мышц) - <http://seniam.org/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 54.04.01 - Дизайн.

Автор(ы): Шлиенкова Елена Викторовна, кандидат философских наук, доцент.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 26.10.2023, протокол № 6.