

**Учреждение образования**  
**«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
УО «ГГУ им. Ф. Скорины»

\_\_\_\_\_ И.В. Семченко  
(подпись)

\_\_\_\_\_

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- \_\_\_\_\_ /р.

**БИОМЕХАНИКА**

**Учебная программа для специальности**  
**1-03 02 01 физическая культура**

Факультет	физической культуры		
Кафедра	оздоровительной и лечебной физической культуры		
Курс (курсы)	2		
Семестр (семестры)	3		
Лекции	24 часа	Экзамен	3
Семинарские занятия	8 часов	Зачет	-
Лабораторные занятия	18 часов	Курсовой проект (работа)	-
Самостоятельная управляемая работа студентов	4 часа		
Всего аудиторных часов по дисциплине	50 часов		
Всего часов по дисциплине	122 часа	Форма получения высшего образования	дневная

Составил К.К. Бондаренко, к.п.н., доцент

Учебная программа составлена на основе базовой учебной программы, утвержденной \_\_\_\_\_ 2010\_\_ г., регистрационный номер \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на заседании кафедры оздоровительной и лечебной физической культуры

\_\_\_\_\_ 2010\_ г., протокол №

—

Заведующий кафедрой

доцент \_\_\_\_\_ О. А. Ковалева

Одобрена и рекомендована к утверждению  
Методическим советом факультета физической культуры

\_\_\_\_\_ 2010\_ г., протокол №

—

Председатель

доцент \_\_\_\_\_ А.Е. Бондаренко

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В данном учебном курсе излагаются основы биомеханики физических упражнений — дисциплины, позволяющей глубже понять внутреннюю структуру любого двигательного действия, правильно построить процесс обучения спортивным движениям, на основе объективной информации выбрать эффективные направления совершенствования техники, прогнозировать и корректировать двигательные ошибки.

Цель курса – ознакомить студентов с биомеханическими основами двигательных действий, дать необходимые сведения по правильному построению процесса обучения спортивным движениям и коррекции двигательных ошибок, вооружить знаниями по эффективному совершенствованию спортивно-технического мастерства на основе объективно полученной информации.

Задачами дисциплины являются:

- усвоение общих понятия, используемых в биомеханике;
- анализ двигательных действий человека, обусловленных сложностью строения его двигательного аппарата, системы управления движениями, подчинением движений законам механики и биологии;
- овладение студентами профессионально-педагогическими умениями и навыками самостоятельного обоснования техники соревновательных и тренировочных упражнений;
- использование биомеханических закономерностей как во время практических занятий с обучаемыми, так и в научных исследованиях.

Выпускник должен знать:

- методы биомеханического анализа;
- методы определения программ места, ориентации, позы;
- закономерности определения управляющих сил и моментов сил;
- закономерности выполнения управляющих движений в суставах;
- составляющие внутренней структуры двигательного действия;
- последовательность освоения составляющих биомеханической структуры двигательного действия;

Выпускник должен уметь:

- определить и анализировать программу движения тела спортсмена;
- определять и анализировать программу измененной позы;
- определять силовые и энергетические характеристики движений;
- оценивать биомеханическую эффективность двигательного движения.

Содержание курса отражает современное состояние биомеханики как биологической науки с педагогической направленностью. В нем используются понятия и закономерности ряда смежных физико-математических, биологических и педагогических наук.

В результате изучения курса студенты должны овладеть основами биомеханического анализа двигательного действия, знаниями о современ-

ных технологиях, методах и средствах передачи информации и анализа движений.

Учебный процесс предусматривает лекционный курс, лабораторные и практические занятия. Для проведения лабораторных занятий академическая группа делится на подгруппы.

По завершении курса проводится экзамен. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы.

Полученные на занятиях по биомеханике знания, могут быть использованы при подготовке курсовых и дипломных работ, при проведении студенческих научных исследований, а также, в практической работе по специальности.

Общее количество часов – 122; аудиторное количество часов — 50, из них: лекции — 24, лабораторные занятия — 18, практические занятия — 8, самостоятельная управляемая работа студентов (СУРС) — 4. Форма отчётности — экзамен.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1 ПРЕДМЕТ И МЕТОД БИОМЕХАНИКИ**

Предмет биомеханики как науки о движениях человека. Понятие о формах движения материи. Механическое движение в живых системах. Особенности механического движения человека.

Задачи биомеханики. Общая задача изучения движений. Частные задачи биомеханики спорта.

Содержание биомеханики спорта: ее теория и метод.

Развитие биомеханики спорта. Становление теории биомеханики. Механическое, функционально-анатомическое и физиологическое направления развития биомеханики.

Современный этап развития биомеханики спорта. Педагогическая направленность биомеханики спорта. Связь биомеханики с другими науками.

### **Тема 2 БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Постановка задачи и выбор методик исследования. Понятие об измерительной системе (датчики, передача, преобразование, регистрация информации).

Экспериментальные методы определения биомеханических параметров (оптические и оптико-электронные, механоэлектрические, измерения временных интервалов, комплексные).

Расчетные методы (определение координат, скоростей, ускорений, сил, моментов сил). Методы определения программ места, ориентации, позы.

Задачи обработки биомеханических измерений.

Погрешности измерений, классификация, источники и методы устранения.

Шкалы измерений (наименований, порядка, интервалов, отношений).

Обработка результатов прямых и косвенных измерений биомеханических параметров и переменных.

Представление результатов измерений.

Тестирование и педагогическое оценивание в биомеханике.

### **Тема 3 БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ДВИЖЕНИЙ**

Кинематические характеристики. Системы отсчета расстояний и времени: начало, направление и единицы отсчета. Тела отсчета инерциальные и неинерциальные.

Пространственные характеристики: положения – координаты точки, тела и системы тел (линейные и угловые) и движения – траектория точки

(путь, перемещение, кривизна и ориентация траектории, положения: начальное, промежуточное и конечное). Поступательное и вращательное движение тела. Траектории прямолинейные и криволинейные (постоянного и переменного радиуса кривизны). Временные характеристики: момент времени, длительность движения тела и его частей, темп и ритм движений. Пространственные характеристики: скорость и ускорение точек и звеньев тела человека. Использование характеристик при биомеханическом обосновании спортивной техники. Скорости: средняя, мгновенная (линейные и угловые). Ускорение: положительное и отрицательное (линейные и угловые), нормальное.

Индексный метод описания поз и движений тела человека. Упрощенная кинематическая схема тела. Индексы фиксирующие, скользящие, специального назначения. Матричная форма описания позы. Функция линейного приближения и гармоническая функция при описании движений звеньев тела.

Динамические характеристики. Инерционные характеристики тела человека: масса, центр масс, момент инерции тела, радиус инерции. Силовые характеристики: сила и момент силы, импульс силы и момента силы, количество движения и кинетический момент. Энергетические характеристики: работа силы, кинетическая и потенциальная энергия, энергия упругой деформации, мощность, коэффициент полезного действия.

#### **Тема 4 СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Биомеханические пары и цепи (незамкнутые, замкнутые, разветвленные). Степени свободы и связи в биокинематических цепях.

Звенья тела как рычаги и маятники. Рычаги в биокинематических цепях. Условия равновесия и ускорения костных рычагов. Биокинематические маятники.

Биодинамика мышц. Современная модель мышцы. Механические свойства мышц. Механика мышечного сокращения. Влияние внешнего сопротивления на механические показатели мышечного сокращения. Зависимость энергопродукции мышечного сокращения от биомеханических показателей, преодолеваемого сопротивления и скорости. Результат тяги мышц в биокинематической цепи. Разновидности работы мышц. Закономерности выполнения управляющих движений в суставах

Строение биомеханической системы. Звенья биокинематических цепей. Механизмы соединений. Мышечные синергии.

Свойства биомеханической системы. Энергетическое обеспечение движений.

## Тема 5 БИОДИНАМИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Геометрия масс тела человека. Относительные веса (весовые коэффициенты) и центры тяжести звеньев тела. Центр масс тела человека. Моменты инерции звеньев тела. Центр объема и центр поверхности тела.

Составные движения в биокинематических цепях. Составляющие составного движения (переносное и относительное). Результирующее движение. Движения биокинематических цепей (возвратно-вращательное, возвратно-поступательное, круговое). Действия сил на биокинематические цепи во вращательном и радиальном движениях.

Силы в движениях человека. Классификации сил (по их воздействию, источнику, участию в управляемом перемещении тела).

Силы движущие, тормозящие, отклоняющие, возвращающие. Ускоряющая и замедляющая сила. Возмущающая и уравнивающая сила.

Силы внешние, как мера действия внешних тел, среды и опоры на тело человека. Силы инерции внешних тел (реальные), «фиктивные» силы инерции. Силы упругой деформации. Силы тяжести звеньев и всего тела, вес отягощений (статический и динамический). Силы реакции опоры: нормальная, касательная и общая (статические и динамические). Силы действия среды: статическая (выталкивающая) и динамическая (лобовое сопротивление, нормальная реакция среды). Силы трения скольжения (статическая и динамическая), качения и верчения. Силы внутренние как мера взаимодействия частей тела и тканей тела человека (статические и динамические). Активные силы (тяги мышц). Реактивные силы (вес и инерция звеньев тела, реакции опоры, силы упругой деформации, силы трения).

Естественные, управляющие и результирующие силы.

Роль сил в движениях человека. Совместное действие сил.

Биоэнергетика двигательных действий. Преобразование и превращение энергии в двигательных действиях. Энергетика возвратных движений. Режим колебательных движений.

## Тема 6 БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ

Понятие о моторике человека как о совокупности его двигательных возможностей. Двигательные качества – качественно различные стороны моторики.

Биомеханическая характеристика силовых качеств. Понятие о силовых качествах. Зависимость силы действия человека от параметров двигательных заданий (перемещаемой массы, скорости, направления движения, природы сил сопротивления). Положение тела и сила действия человека. Топография силы. Биомеханические требования к специальным силовым упражнениям. Метод сопряженного воздействия. Контроль силовых качеств.

Биомеханическая характеристика скоростных качеств. Понятие о скоростных качествах. Динамика скорости. Скорость изменения силы

(градиент силы). Параметрические и непараметрические зависимости между силовыми и скоростными качествами. Биомеханические аспекты двигательных реакций. Контроль скоростных качеств.

Биомеханическая характеристика выносливости. Утомление и его биомеханические проявления. Выносливость и способы ее измерения. Биомеханические основы экономизации спортивной техники. Особенности спортивной техники в упражнениях, требующих выносливости. Контроль выносливости.

Биомеханическая характеристика гибкости. Активная и пассивная гибкость. Влияние гибкости на спортивную технику. Методы измерения гибкости.

## **Тема 7 ДВИЖЕНИЯ ВОКРУГ ОСЕЙ**

Динамика вращательного движения. Механизм вращательного движения звена. Центробежная (реальная и фиктивная) и центростремительная силы. Изменение вращательного движения звена. Изменение вращательных движений системы звеньев.

Управление движениями вокруг осей с изменением кинетического момента системы (приложение внешней силы, изменение позы). Управление движениями вокруг осей с сохранением кинетического момента системы (встречные движения, изменение позы, круговые движения конечностей, изгибания туловища).

Примеры вращательных движений без опоры и при опоре.

## **Тема 8 СОХРАНЕНИЕ И ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА**

Равновесие тела человека. Поза и положение тела. Силы, уравниваемые при сохранении положения. Условия уравнивания действия сил. Виды равновесия тела (устойчивое, ограниченно устойчивое, неустойчивое, безразличное). Динамический и статический показатели устойчивости твердого тела.

Сохранение и восстановление положения тела человека. Условия устойчивости тела человека. Зоны восстановления оптимальная, сохранения положения, восстановления положения). Управление сохранением положения (движения компенсаторные, амортизирующие, восстанавливающие). Биодинамика осанки. Динамическая осанка. Нарушения и восстановление правильной осанки.

Движения на месте. Изменение движения центра масс системы. изменение количества движения системы. Преодолевающие и уступающие движения. Механизмы притягивания и отталкивания. Условия активного и пассивного движений относительно верхней и нижней опоры.

Кинематика и динамика взаимодействия с опорой.



## Тема 9 ЛОКОМОТОРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ

Механизм отталкивания от опоры. Взаимодействие опорных и подвижных звеньев с опорой. Маховые движения при отталкивании. направление отталкивания от опоры.

Стартовые действия (стартовые положения, движения, разгон).

Биодинамика спортивных локомоций. Ходьба (одиночная и двойная опора). Бег (полет, опора). Прыжок (разбег, отталкивание, полет, приземление). Лыжный ход (скольжение и стояние лыжи). Плавание (действия основные, подготовительные).

Биодинамика передвижения с механическими преобразователями. Передача усилий при педалировании. Передача усилий при академической гребле и гребле на байдарке.

## Тема 10 ПЕРЕМЕЩАЮЩИЕ ДВИЖЕНИЯ

Перемещающие движения. Полет спортивных снарядов (траектория, угол вылета, начальная скорость, угол атаки, сопротивление воздуха, вращение снаряда). Сила действия в перемещающих движениях. Скорость в перемещающих движениях. Точность в перемещающих движениях.

Основы теории удара. Коэффициент восстановления. Коэффициент передачи энергии. Классификации ударов (в зависимости от: рекуперации энергии, направления движения ударяемого тела до удара, направления ударного импульса).

Биомеханика ударных действий. Требования к координации движений при максимально сильных ударах. Точность в ударных действиях..

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	контролируемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Предмет и метод биомеханики</b> 1 Определение предмета, цель и задачи биомеханики. 2 теория и метод биомеханики 3 Развитие биомеханики спорта. 4 Педагогическая направленность биомеханики спорта	2					[1] [2] [3]	
<b>2</b>	<b>Биомеханические методы исследования</b> 1 Постановка задачи и выбор методик исследования. 2 Экспериментальные методы определения биомеханических параметров. 3 Расчетные методы. 4 Шкалы измерений. 5 Тестирование и педагогическое оценивание в биомеханике.	2	2	4			[1] [2] [3] [4] [11]	
<b>3</b>	<b>Биомеханические характеристики тела человека и его движений</b> 1 Кинематические характеристики. 2 Пространственные характеристики 3 Временные характеристики	4	2	4		мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [4] [5]	

	4 Пространственно-временные 5 Индексный метод описания поз и движений тела человека 6 Динамические характеристики						[6] [9] [15]	
<b>4</b>	<b>Строение и функции биомеханической системы двигательного аппарата</b> 1 Биомеханические пары и цепи 2 Звенья тела как рычаги и маятники 3 Биодинамика мышц 4 Строение биомеханической системы 5 Свойства биомеханической системы	4	2	4		мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [7] [9]	
	Текущий контроль успеваемости студентов по темам № 1, 2,3,4							Письменное тестирование
<b>5</b>	<b>Биодинамика двигательных действий</b> 1 Геометрия масс тела человека 2 Составные движения в биокинематических цепях 3 Силы в движениях человека 4 Биоэнергетика двигательных действий	2		2		мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [7] [9]	
<b>6</b>	<b>Биомеханика двигательных качеств</b> 1 Понятие о моторике человека 2 Биомеханическая характеристика силовых качеств 3 Биомеханическая характеристика скоростных качеств 4 Биомеханическая характеристика выносливости 5 Биомеханическая характеристика гибкости	2			4	мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [4] [5] [10] [12] [13] [14]	
<b>7</b>	<b>Движения вокруг осей</b> 1 Динамика вращательного движения 2 Механизм вращательного движения звена 3 Управление движениями вокруг осей	2		2		мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [4]	

	4 Примеры вращательных движений без опоры и при опоре						[5]	
<b>8</b>	<b>Сохранение и изменение положения тела</b> 1 Равновесие тела человека 2 Сохранение и восстановление положения тела человека 3 Движения на месте 4 Кинематика и динамика взаимодействия с опорой	2		2		мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [7] [9]	
	Текущий контроль успеваемости студентов по темам № 5, 6,7,8							Письменное тестирование
<b>9</b>	<b>Локомоторные движения</b> 1 Механизм отталкивания от опоры 2 Стартовые действия 3 Биодинамика спортивных локомоций 4 Биодинамика передвижения с механическими преобразователями	2				мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [8] [14]	
<b>10</b>	<b>Перемещающие движения</b> 1 Перемещающие движения 2 Полет спортивных снарядов 3 Основы теории удара 4 Биомеханика ударных действий	2	2			мультимедийная лекция	[1] [2] [3] [5] [10] [12] [14]	
	Текущий контроль успеваемости студентов по темам №9,10							Письменное тестирование
		24	8	18	4			Экзамен

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Перечень лабораторных работ*

1. Определение положения ОЦМ тела человека аналитическим способом.
2. Определение положения ОЦМ тела человека графоаналитическим способом.
3. Определение массы сегментов тела расчетным методом
4. Определение момента инерции тела расчетным способом
5. Определение временных характеристик движения
6. Определение скорости и угла вылета точки по опорным реакциям.
7. Определение точности математических моделей, используемых для расчета положения ОЦТ тела и прогнозирования длины тела.
8. Определение угловых скоростей и ускорений продольной оси тела человека.
9. Индексное описание позы тела человека.
10. Индексное описание движений тела человека.
11. Определение кинетического момента (момента количества движения) тела человека.
12. Определение управляющего момента силы в физическом упражнении.
13. Определение полезной механической работы и ее средней мощности.

### *Перечень практических занятий*

- 1 Видеоанализ спортивных движений.
- 2 Динамические и энергетические характеристики. Тензодинамометрия.
- 3 Биодинамика мышц. Миометрия.
- 4 Полет спортивных снарядов.
- 1 Биомеханика ударных действий.

### *Формы контроля знаний*

- 1 Тестовые задания

### *Темы тестовых заданий*

1. Методы биомеханики
2. Биомеханические методы изучения движений (Регистрация кинематических характеристик)
3. Биомеханические методы изучения движений (Регистрация динамических характеристик)
4. Биокинематические пары
5. Биокинематические цепи
6. Степени свободы движения в биокинематических цепях

7. Статический (изометрический) режим
8. Динамический (изотонический) режим
9. Системы отсчета расстояния
10. Системы отсчета времени
11. Координата точки, тела и системы
12. Перемещение точки, тела и системы
13. Траектория точки
14. Момент времени
15. Длительность движения
16. Темп движения
17. Ритм движения
18. Скорость точки и тела
19. Ускорение точки и тела
20. Момент инерции тела
21. Сила и момент силы
22. Силы инерции внешних сил
23. Силы действия среды
24. Реакция опоры
25. Силы трения
26. Силы упругой деформации
27. Силы мышечной тяги
28. Силы пассивного противодействия
29. Геометрия масс тел

*Рекомендуемая литература*

## ОСНОВНАЯ

1. Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д.Донской – М.: Просвещение, 1975. – 259 с.
2. Донской, Д.Д., Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М.Зациорский – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 268 с.
3. Донской, Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники / Д.Д.Донской – М.: Физкультура и спорт, 1971 – 287 с.
4. Сотский, Н.Б. Биомеханика / Н.Б.Сотский – Минск: БГУФК, 2005. – 192 с.
5. Попов, Г.И. Биомеханика: учеб. для студентов высш. учеб. заведений. / Г.И.Попов – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 256 с.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

6. Александер, Р. Биомеханика / Р. Александер – М.: Мир, 1970. – 335 с
7. Дубровский, В.И. Биомеханика / В.И.Дубровский, В.Н.Федорова – М.: Владос-Пресс, 2004. – 672 с.
8. Донской, Д.Д. Законы движений в спорте: Очерки по теории структурности движений / Д.Д.Донской – М.: Физкультура и спорт, 1968. – 175 с.
9. Зациорский, В.М. Биомеханика двигательного аппарата / В.М. Зациорский - М.: Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
10. Ивойлов, А.В. Волейбол: очерки по биомеханике и методике тренировки / А.В.Ивойлов – М.: ФиС, 1981. – 152 с.
11. Коренберг, В.Б. Основы спортивной кинезиологии: учебное пособие / В.Б. Коренберг – М.: Советский спорт, 2005. – 232 с.
12. Назаров В.Т. Движения спортсмена / В.Т. Назаров – Минск: Полымя, 1984. – 176 с.
13. Уткин, В.Л. Биомеханические аспекты спортивной тактики / В.Л.Уткин – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 128 с.
14. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений: учеб. пособие для студентов фак. физ культуры. - М.: Просвещение, 1989. – 210 с.
15. Эйдер, Е. Обучение движению: Монография/ Е. Эйдер, С.Д. Бойченко, В.В. Руденик. – Барановичи, 2003. – 291 с.