

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
ГГУ имени Ф. Скорины

\_\_\_\_\_ И.В. Семченко

\_\_\_\_\_ 28.05.2015

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-44-2015-350 / уч.

**БИОМЕХАНИКА**

**Учебная программа учреждения высшего образования по дисциплине  
компонента учреждения высшего образования для специальности  
1-03 02 01 «Физическая культура»**

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-03 02 01-2013 и учебного плана специальности 1-03 02 01 Физическая культура (рег. номер А-03-02-13 от 26.08.2013)

**СОСТАВИТЕЛИ:**

**К.К. Бондаренко** — зав. кафедрой физического воспитания и спорта ГГУ имени Ф. Скорины, кандидат педагогических наук, доцент.

**А.Е. Бондаренко** - доцент кафедры оздоровительной и лечебной физической культуры ГГУ имени Ф. Скорины, кандидат педагогических наук, доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой оздоровительной и лечебной физической культуры УО «ГГУ им. Ф. Скорины»

(протокол № 11 от 25.05.2015);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

(протокол № 7 от 27.05.2015).

## 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

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

Учебный процесс предусматривает лекционные занятия, 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 – 146; аудиторное количество часов — 54, из них: лекции — 20, лабораторные занятия — 18, практические занятия — 8, управляемая самостоятельная работа (УСР) — 8. Форма отчётности — экзамен.

Учебная дисциплина «Биомеханика» студентами изучается 2 курса заочного факультета специальности 1-03 02 01 «Физическая культура» Общее количество часов — 146, аудиторное количество – 16 часов, из них: лекции —12 часов, лабораторные — 4 часа. Форма отчётности — экзамен.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ А.С.КОЖЕНЬКО

## 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 ССЛЕДОВАНИЯ**

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 (линейное и угловое), 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.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРНИЦЫНА

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
	Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1 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						
<b>2 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			
<b>3 Биомеханические характеристики тела человека и его движений</b> 1 Кинематические характеристики. 2 Пространственные характеристики 3 Временные характеристики 4 Пространственно-временные 5 Индексный метод описания поз и движений тела человека 6 Динамические характеристики	2	2		4		2	
<b>4 Строение и функции биомеханической системы двигательного аппарата</b>	2	2		4		2	

1 Биомеханические пары и цепи 2 Звенья тела как рычаги и маятники 3 Биодинамика мышц 4 Строение биомеханической системы 5 Свойства биомеханической системы							
Текущий контроль успеваемости студентов по темам 1,2,3,4							пис. тест-е
<b>5 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			
<b>6 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	
<b>7 Движения вокруг осей</b> 1 Динамика вращательного движения 2 Механизм вращательного движения звена 3 Управление движениями вокруг осей 4 Примеры вращательных движений без опоры и при опоре	2			2			
<b>8 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			
Текущий контроль успеваемости студентов по темам № 5, 6,7,8							пис. тест-е
<b>9 Локомоторные движения</b> 1 Механизм отталкивания от опоры	2						

2 Стартовые действия							
3 Биодинамика спортивных локомоций							
4 Биодинамика передвижения с механическими преобразователями							
<b>10 Перемещающие движения</b>	2	2					
1 Перемещающие движения							
2 Полет спортивных снарядов							
3 Основы теории удара							
4 Биомеханика ударных действий							
Текущий контроль успеваемости студентов по темам №9,10							пис. тест-е
<b>ИТОГО</b>	20	8		18	8		54

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма обучения

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
	Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1 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						
<b>2 Биомеханические характеристики тела человека и его движений</b> 1 Кинематические характеристики. 2 Пространственные характеристики 3 Временные характеристики 4 Пространственно-временные 5 Индексный метод описания поз и движений тела человека 6 Динамические характеристики	4			4			
<b>3 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						
<b>4 Биодинамика двигательных действий</b>	2						

1 Геометрия масс тела человека							
2 Составные движения в биокинематических цепях							
3 Силы в движениях человека							
4 Биоэнергетика двигательных действий							
<b>5 Сохранение и изменение положения тела</b>	2						
1 Равновесие тела человека							
2 Сохранение и восстановление положения тела человека							
3 Движения на месте							
4 Кинематика и динамика взаимодействия с опорой							
<b>6 Перемещающие движения</b>	2						
1 Перемещающие движения							
2 Полет спортивных снарядов							
3 Основы теории удара							
4 Биомеханика ударных действий							
Текущий контроль успеваемости студентов по темам № 1-6							АКР
<b>ИТОГО</b>	12			4			16

## 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.
- 5 Биомеханика ударных действий.

### *Тематика контрольных работ*

1. Биомеханические свойства мышц.
2. Биомеханическое действие мышц.
3. Взаимодействия групп мышц.
4. Режимы движения в биомеханической системе.
5. Пространственные характеристики движения.
6. Временные характеристики движения.
7. Пространственно-временные характеристики движения.
8. Инерционные характеристики движения.
9. Силы внешние относительно системы.
10. Силы внутренние относительно системы.
11. Силы действия среды.
12. Биомеханические системы управления и самоуправления.

13. Управления движениями в переменных условиях.
14. Формирование и перестройка систем движений.
15. Методики регистрации кинематических характеристик.
16. Методики регистрации динамических характеристик.
17. Методики биомеханических исследований. Приборы и оборудование для регистрации биомеханических параметров.
18. Биомеханическая классификация двигательного аппарата человека.
19. Пространственная организация двигательной системы человека.
20. Основные правила определения суставных углов при описании позы спортсмена.
21. Сообщение движения спортивным снарядам.
22. Биомеханические основы и последовательность освоения двигательного действия.
23. Биомеханические основы гибкости.
24. Биомеханические основы выносливости.
25. Сохранение и восстановление положения тела человека.
26. Основные закономерности перемещения ОЦМ при постоянной опоре.
27. Фазовая структура движений на месте и при поступательном перемещении.
28. Движения тела человека и его звеньев вокруг оси.
29. Биомеханические принципы развития системы движений.
30. Биомеханический контроль двигательного действия.
31. Освоенность, рациональность и стабильность спортивной техники.
32. Онтогенез моторики.
33. Биомеханические основы перемещающих движений.
34. Состав и структура системы движений.
35. Биомеханика быстроты и скоростных проявлений.



## 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.