Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК

УТВЕРЖДАЮ
Директор института металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Биомеханика движения человека

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
(направленность (профиль): «Материалы и технологии в биотехнических системах»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 15-06-2026 18:21:06 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование системных знаний о механике движений человека как основы для проектирования биотехнических систем (протезов, экзоскелетов, реабилитационных устройств);
– развитие способности применять биомеханические методы анализа и моделирования для инженерных решений в области биотехнических систем.

Задачами учебной дисциплины являются:

– изучение биомеханических свойств тканей опорно-двигательного аппарата, кинематики и динамики движений;
– формирование умений рассчитывать нагрузки в суставах и мышцах, анализировать биомеханические параметры для обоснованного проектирования биотехнических устройств.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Математика;
– Физика;
– Анатомия;
– Физиология;
– Технологии твердотельного проектирования изделий и приспособлений биотехнических систем.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Моделирование процессов и объектов в производственных системах;
– Стандартизация и сертификация медицинских изделий и препаратов;
– Аддитивные технологии.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование	Код и	Код и	Планируемые

категории (группы) ОПК	наименование ОПК	наименование индикатора достижения ОПК	результаты обучения
Инженерный анализ и проектирование	ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	ОПК-1.2 Применяет знания естественных наук в инженерной практике проектирования биотехнических систем	– знать: основные биомеханические характеристики движений человека; механические свойства костной, хрящевой, мышечной и соединительной тканей; принципы работы и биомеханические критерии проектирования протезов, ортезов, экзоскелетов. – уметь: анализировать кинематические схемы движений человека; применять биомеханическое моделирование для оценки параметров биотехнических систем; выбирать рациональные конструктивные решения протезно-ортопедических изделий на основе биомеханического анализа.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***76***	*76*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***36***	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Фундаментальная биомеханика опорно-двигательного аппарата;

Тема 1.1 Введение в биомеханику движения человека (Биомеханика как наука, её связь с анатомией, физиологией, инженерией. Классификация движений. Основные понятия: кинематика, динамика, статика, биомеханическая система. Механические свойства биологических тканей);

Тема 1.2 Кинематика звеньев тела. Методы регистрации (Система отсчёта, степени свободы, плоскости и оси движений. Кинематические цепи. Углы в суставах (сгибание-разгибание, приведение-отведение, ротация). Методы регистрации движений (гониометрия, оптический трекинг);

Тема 1.3 Динамика движений человека (Силы, моменты сил, центр масс тела. Уравнения равновесия. Методы определения суставных реакций и мышечных моментов (обратная задача динамики). Работа и мощность при движениях);

Тема 1.4 Биомеханика мышечного сокращения (Механизмы генерации силы в мышцах. Типы сокращений (изотоническое, изометрическое, эксцентрическое). Электромиография (ЭМГ) как метод оценки активности мышц. Координация мышц-агонистов и антагонистов);

Тема 1.5 Биомеханика суставов верхней и нижней конечностей (Плечевой, локтевой, лучезапястный суставы. Биомеханические особенности кисти и пальцев. Тазобедренный, коленный, голеностопный суставы. Особенности строения и биомеханики коленного сустава. Своды стопы и рессорная функция);

Тема 1.6 Биомеханика позвоночника (Функциональные единицы (двигательный сегмент). Механические свойства межпозвонковых дисков, связок, фасеточных суставов. Биомеханика наклонов, разгибания, ротации. Постуральный контроль и стабильность);

Раздел 2 Прикладная биомеханика в проектировании биотехнических систем;

Тема 2.1 Биомеханика ходьбы и бега. Протезирование нижних конечностей (Фазы цикла ходьбы. Кинематика и динамика ходьбы. Требования к протезам стопы, голени, бедра. Биомеханические принципы выбора протезно-ортопедических модулей. Интерфейс «культя-гильза»: распределение давлений);

Тема 2.2 Биомеханическое моделирование в инженерной практике. Протезирование верхних конечностей. Экзоскелеты (Модели звеньев тела (модель Ханнавана, методы антропометрии). Векторные и тензорные методы расчёта нагрузок. Использование программных средств (OpenSim, AnyBody, MATLAB). Биомеханические требования к функциональным протезам. Экзоскелеты и ортезы для восстановления движений).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Фундаментальная биомеханика опорно-двигательного аппарата		
Тема 1.1.	Введение в биомеханику движения человека	2	
Тема 1.2.	Кинематика звеньев тела. Методы регистрации	2	
Тема 1.3.	Динамика движений человека	2	
Тема 1.4.	Биомеханика мышечного сокращения	2	
Тема 1.5.	Биомеханика суставов верхней и нижней конечностей	2	
Тема 1.6.	Биомеханика позвоночника	2	
Раздел 2.	Прикладная биомеханика в проектировании биотехнических систем		
Тема 2.1.	Биомеханика ходьбы и бега. Протезирование нижних конечностей	2	
Тема 2.2.	Биомеханическое моделирование в	2	

	инженерной практике. Протезирование верхних конечностей. Экзоскелеты		
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Фундаментальная биомеханика опорно-двигательного аппарата		
Тема 1.1.	Антропометрия. Определение центров масс звеньев тела	2	
Тема 1.2.	Расчёт рычажных систем в суставах (статический подход)	2	
Тема 1.3.	Регистрация углов движений с помощью гониометра/видеоанализа	2	
Тема 1.4.	Анализ ЭМГ-сигнала и синхронизация с кинематикой	2	
Раздел 2.	Прикладная биомеханика в проектировании биотехнических систем		
Тема 2.1.	Обработка циклограммы ходьбы: определение фаз, временных параметров. Расчёт нагрузок в протезной гильзе	4	
Тема 2.2.	Вычисление суставных моментов при ходьбе по данным видеозахвата (упрощённая модель). Биомеханическое моделирование в OpenSim/AnyBody – знакомство	4	
Итого:		**16**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	40	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	36	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	36	
Итого:		**112**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе
Экзамен.	ОПК-1	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументированно отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.

Оценка	Требования к знаниям
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Стеблецов, Е. А. Биомеханика : учебник для вузов / Е. А. Стеблецов, И. И. Болдырев, Е. С. Болдырева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 159 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16481-7. – URL: https://urait.ru/bcode/588430 (дата обращения: 09.06.2026);

2 Самойлов, В. О. Физиология человека для технических специальностей: центральная нервная и сенсорная системы : учебник для вузов / В. О. Самойлов, Е. В. Бигдай. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 433 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12796-6. – URL: https://urait.ru/bcode/584162 (дата обращения: 09.06.2026);

3 Любимова, З. В. Организм человека. Опорно-двигательная и висцеральные системы : учебник для вузов / З. В. Любимова, А. А. Никитина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 349 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18035-0. – URL: https://urait.ru/bcode/583378 (дата обращения: 09.06.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

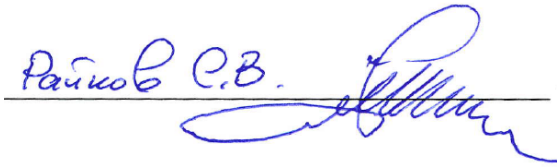
Составитель(и):

профессор Попова Марина Владимировна (кафедра обработки металлов давлением и материаловедения ЕВРАЗ ЗСМК).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Генеральный директор
ООО «ВЕСТ 2002», д.т.н., доцент
С.В. Райков



Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Перечень тестовых заданий (примерно)

Выберите один правильный ответ.

1. Какая ткань организма обладает наибольшей прочностью на сжатие?
   а) мышечная;
   б) костная;
   в) хрящевая.
2. Сколькими степенями свободы обладает плечевой сустав?
   а) 1;
   б) 2;
   в) 3.
3. Как называется основной белок костного матрикса?
   а) коллаген;
   б) эластин;
   в) кератин.
4. Единица измерения момента силы в СИ:
   а) Н;
   б) Н·м;
   в) Па.
5. Какая мышца разгибает колено?
   а) двуглавая бедра;
   б) четырёхглавая бедра;
   в) икроножная.
6. Какой отдел позвоночника имеет наименьшую подвижность?
   а) шейный;
   б) грудной;
   в) поясничный.
7. Понятие «центр масс тела человека» в положении стоя находится:
   а) на уровне пупка;
   б) на уровне S1–S2;
   в) на уровне мечевидного отростка.
8. Какая связка ограничивает гиперэкстензию в колене?
   а) передняя крестообразная;
   б) задняя крестообразная;
   в) связка надколенника.
9. Какой тип мышечного сокращения происходит при удержании груза?
   а) изотоническое;
   б) изометрическое;
   в) эксцентрическое.
10. Основной постулат биомеханики – движение возникает под действием:
   а) сил;

б) ускорений;
в) энергии.

11. Какое соединение костей является наиболее подвижным?
а) синдесмоз;
б) синостоз;
в) синовиальный сустав.
12. Амплитуда сгибания в локтевом суставе (в градусах):
а) 90;
б) 140;
в) 180.
13. Что такое электромиография?
а) регистрация потенциалов мышц;
б) измерение углов в суставах;
в) измерение силы.
14. Какая кость не относится к костям голени?
а) большеберцовая;
б) малоберцовая;
в) таранная.
15. Какая фаза отсутствует в цикле ходьбы?
а) опорная;
б) переноса;
в) полёта.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам учебной дисциплины

Раздел 1. Фундаментальная биомеханика опорно-двигательного аппарата

1 Устный опрос на лекции (примерно)

1. Перечислите основные задачи биомеханики движения человека.
2. Чем отличается кинематика от динамики?
3. Какие механические свойства характеризуют костную ткань?
4. Объясните анизотропию кости на примере.
5. Какой закон описывает зависимость силы мышцы от скорости сокращения?
6. Что такое суставной хрящ и каковы его биомеханические функции?
7. Что такое открытая и закрытая кинематические цепи?
8. Как определяется центр масс сегмента тела?
9. Запишите уравнение равновесия для статической позы.
10. Как вычислить мышечный момент относительно сустава?
11. Назовите степени свободы плечевого сустава.
12. Какие связки ограничивают вальгусную деформацию колена?
13. В чём биомеханическая роль межпозвонкового диска?
14. Что такое двигательный сегмент позвоночника?

15. Как изменяется момент силы мышцы при изменении угла в суставе?
16. Какие типы мышечных волокон различают по скорости сокращения?
17. Что такое ЭМГ и как она связана с силой мышцы?
18. Почему голеностопный сустав называют блоковидным?
19. Какие силы действуют на тазобедренный сустав при одноопорном стоянии?
20. Как распределяется нагрузка между менисками в колене?
21. Что такое «поясничный лордоз» и как он влияет на биомеханику?
22. Назовите методы регистрации движений.
23. Что такое рессорная функция стопы?
24. Как биомеханика объясняет возникновение контрактур?
25. Что такое пассивная и активная составляющие мышечного напряжения?

Раздел 2. Прикладная биомеханика в проектировании биотехнических систем

1 Устный опрос на лекции (примерно)

1. Перечислите основные фазы цикла ходьбы и их биомеханическое значение.
2. Как изменяются вертикальная и переднезадняя реакции опоры при ходьбе?
3. Каковы биомеханические требования к протезу стопы?
4. Чем отличаются гидравлические и пневматические коленные модули?
5. Объясните принцип работы миоэлектрического протеза кисти.
6. Как биомеханика влияет на выбор формы протезной гильзы?
7. Что такое «биологическая обратная связь» в реабилитации?
8. Какие силовые и кинематические параметры важны для проектирования экзоскелета?
9. Назовите биомеханические критерии безопасности подъёма грузов.
10. Как патология походки (например, гемипарез) отражается на суставных моментах?
11. Что такое «коэффициент полезного действия» при ходьбе и от чего он зависит?
12. Как моделирование в OpenSim помогает в проектировании протезов?
13. Какие факторы влияют на распределение давления в культе?
14. В чём отличие активного протеза от пассивного с точки зрения биомеханики?
15. Как биомеханика прыжка влияет на конструкцию спортивного протеза?

16. Какие виды захвата различают в протезах кисти?
17. Что такое «энергопоглощающая стопа» и каков её биомеханический эффект?
18. Как ампутация на разных уровнях конечности меняет кинематику движений?
19. Назовите методы оценки постуральной стабильности.
20. Как биомеханическая обратная связь используется в тренажёрах с виртуальной реальностью?
21. Какие нагрузки возникают в плечевом суставе при использовании костылей?
22. Чем биомеханический анализ спортивных движений отличается от клинического?
23. Как параметры роста и массы тела влияют на суставные моменты при ходьбе?
24. Какие ограничения накладывает анатомия на размещение датчиков в экзоскелете?
25. Приведите пример успешного применения биомеханического моделирования при разработке ортеза.

3 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Раздел 1 Фундаментальная биомеханика опорно-двигательного аппарата

Перечень вопросов для тестирования (примерно):

1 Какая характеристика не относится к кинематическим?
а) перемещение;
б) ускорение;
в) масса.

2 Модуль упругости Юнга для компактной костной ткани составляет примерно (ГПа):
а) 0,1–0,5;
б) 5–20;
в) 50–100.

3 Какой тип мышц обеспечивает произвольные движения?
а) гладкие;
б) скелетные;
в) сердечные.

4 При изометрическом сокращении длина мышцы:
а) увеличивается;

б) не изменяется;
в) уменьшается.

5 Сила мышцы максимальна при длине, равной:
а) минимальной;
б) равновесной (оптимальной);
в) максимальной.

6 Какой сустав имеет наименьшую амплитуду движений?
а) тазобедренный;
б) крестцово-подвздошный;
в) плечевой.

7 Суммарное количество степеней свободы верхней конечности (без кисти) примерно:
а) 3;
б) 7;
в) 15.

8 Какая связка колена препятствует смещению большеберцовой кости кпереди?
а) передняя крестообразная;
б) задняя крестообразная;
в) коллатеральная.

9 Наибольшее давление в межпозвонковом диске возникает при:
а) лёжа;
б) сидя с наклоном вперёд;
в) стоя.

10 Механический эквивалент работы при ходьбе – это:
а) КПД;
б) энергозатраты на единицу пути;
в) мощность.

11 Единица измерения мощности в СИ:
а) Дж;
б) Вт;
в) Н·с.

12 Сгибание в локтевом суставе обеспечивает:
а) трёхглавая мышца;
б) двуглавая мышца плеча;
в) плечелучевая.

13 Какой параметр оценивается с помощью силовой платформы?
а) углы в суставах;
б) вертикальная реакция опоры;
в) ЭМГ.

14 Что такое «центр давления» (COP)?
а) точка приложения суммарной реакции опоры;
б) центр масс тела;
в) точка опоры.

15 Какая фаза ходьбы составляет примерно 60% цикла?

а) опорная;
б) переноса;
в) двойная опора.

4 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

5 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации (примерно)

1. Понятие биомеханики, её задачи, связь с анатомией и инженерией.
2. Механические свойства костной ткани: прочность, жёсткость, анизотропия, зависимость от направления нагрузки.
3. Механика суставного хряща: строение, смазка, синовиальная жидкость.
4. Мышечное сокращение: модели Хилла, зависимость сила-длина, сила-скорость.
5. Типы мышечных сокращений: изотоническое, изометрическое, эксцентрическое, примеры.
6. Степени свободы суставов человека: классификация, примеры для верхней и нижней конечностей.
7. Методы регистрации движений: гониометрия, видеозахват (маркерный, безмаркерный), инерциальные датчики.
8. Центр масс тела: определение, методы нахождения, смещение при движениях.
9. Обратная задача динамики: сущность, этапы решения, необходимость данных.
10. Расчёт суставных реакций и мышечных моментов на примере статической позы.
11. Биомеханика тазобедренного сустава: оси движений, нагрузка, рычажная система.
12. Биомеханика коленного сустава: роликодымчатый механизм, связки, мениски.
13. Биомеханика голеностопного сустава и стопы: своды, рессорная функция.
14. Биомеханика позвоночника: двигательный сегмент, диски, связки, устойчивость.
15. Биомеханика ходьбы: временные и пространственные параметры, фазы, кинематические графики.
16. Реакции опоры при ходьбе: вертикальная, переднезадняя, медиолатеральная компоненты.
17. Энергозатраты при ходьбе и беге, КПД, кислородная стоимость.

18. Применение биомеханики в протезировании нижних конечностей: стопы, коленные узлы, гильзы.
19. Применение биомеханики в протезировании верхних конечностей: тяговые, миоэлектрические протезы, схват.
20. Экзоскелеты и ортезы: биомеханические требования, приводы, управление.
21. Биомеханическое моделирование: многосегментные модели, программные средства (OpenSim, AnyBody).
22. Электромиография (ЭМГ) в биомеханике: техника, обработка сигнала, связь с силой.
23. Постуральный контроль и стабильность: центр давления, стратегии поддержания равновесия.
24. Биомеханика спортивных движений и профилактика травм (на примере прыжка или приземления).
25. Эргономика и биомеханика рабочих движений: нагрузка на позвоночник при подъёме груза, проектирование рабочих мест.

.....