

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Приложение к рабочей программе по дисциплине Биомеханика, направленной на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов

1. Общие положения

Организация и проведение кандидатских экзаменов регламентируется Положением о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования в Российской Федерации, утвержденным приказом Минобразования России от 27.03.98 №814 (зарегистрирован Минюстом России 05.08.98, рег. №1582), приказом Минобрнауки РФ от 08 октября 2007 г. N274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов».

Кандидатские экзамены являются составной частью аттестации научных и научно-педагогических кадров.

Результаты экзамена оцениваются как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Цель кандидатского экзамена

Цель экзамена - установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

3. Содержание программы

Введение

В основу настоящей программы положены лекционные курсы по биомеханике, а также элементы общей биологии и физиологии человека и животных с точки зрения современных представлений о биомеханике с учетом особенностей изучения данной специальности на биологических факультетах и в медицинских ВУЗах.

Раздел 1. Кинематика

Основные понятия кинематики (система координат, характеристики положения точки, твердого тела и системы тел в пространстве, траектория точки; поступательное и вращательное перемещение тела, линейные и угловые скорости и ускорения). Примеры выбора координатной системы и использования кинетических характеристик для описания движений человека и животных.

Раздел 2. Динамика

Основные понятия динамики (сила и момент силы, инерционные свойства тел, количество движения и импульс силы, работа и мощность, механическая энергия,

законы Ньютона). Примеры использования динамических характеристик для описания движений человека и животных.

Раздел 3. Биокинематические цепи

Биокинематические цепи. Степени свободы движений и связи. Звенья тела человека и животного как рычаги и маятники; условия равновесия звеньев. Кинематика суставов; трение и смазка в суставах. Колебательное движение и его характеристики; гармонические колебания; период колебаний маятника. Представление периодических функций рядом Фурье.

Раздел 4. Механика мышц

Элементарная механика мышечного сокращения. Связь длина-сила, уравнение Хилла. Работа, мощность и затраты энергии. Принципы управления мышечным сокращением. Взаимодействие скелетных мышц. Мышечные силы и моменты. Биокинематические цепи, оснащенные мышцами. Лабораторные методы изучения механики мышц; эксперименты с различными законами нагружения.

Раздел 5. Основные теории локомоций и ее приложений

Кинематика и динамика сложных движений в биокинематических цепях. Преобразование энергии в двигательных действиях. Движения человека и животных. Понятие о двигательных качествах. Методы экспериментального исследования кинематики и динамики локомоций. Особенности изучения механики трудовых и спортивных движений. Понятие об эргономике и о механике систем «человек-машина».

Раздел 6. Биологические сплошные среды. Биостатика

Материальная точка, частица и сплошная среда как объекты изучения в механике. Понятие о тензорных величинах. Напряжения, деформации и скорости деформации в жидких и твердых деформируемых телах. Качественная картина напряжений и деформаций при всестороннем сжатии, одноосном растяжении, чистом изгибе и кручении образцов. Гидростатическое давление. Биостатика скелетно-мышечной системы. «Траектории» напряжений в кости. Биостатика растений. Понятие о тонких оболочках; условия равновесия сферической и цилиндрической оболочки (формула Лапласа).

Раздел 7. Биореология. Биологические жидкости

Основные понятия реологии. Вязкие жидкости, ньютоновская жидкость. Течения Куэтта и Пуазейля; формула Пуазейля. Вязкость крови; ее измерение при помощи ротационных и капиллярных вискозиметров. Вязкость растворов биополимеров. Неньютоновские жидкости. Вязкоупругие и тиксотропные жидкости. Проявления неньютоновских реологических свойств в крови (тиксотропия), суставной жидкости и бронхиальной слизи (вязкоупругость).

Особенности реологических свойств суспензий. Зависимость вязкости от концентрации и деформируемости частиц; формула Смолуховского. Агрегация клеток крови. Пристенный слой при движении крови по трубкам. Эффекты Фареуса

и Фареуса-Линдквиста. Обтекание сферы вязкой жидкостью. Формула Стокса. Физика оседания клеток во взвеси. Измерение вязкости цитоплазмы методом ферромагнитных частиц.

Упругие и вязкоупругие деформируемые тела: связь между напряжениями, деформациями и скоростями их изменения. Характеристики прочности. Тромб как вязкоупругое тело.

Механические свойства эритроцита и эритроцитарной мембраны. Методы исследования механики мембран.

Раздел 8. Мягкие ткани и мышцы

Реологические свойства мягких тканей (стенки кровеносных сосудов, кожи, сухожилий, склеры и роговицы, головного мозга и т.д.) и их математическое описание. Особенности свойств опухолевых тканей. Основные методы измерений.

Реологические свойства и механизм сокращения поперечно-полосатых и гладких мышц. Методы измерения механических свойств мышц. Механика мышечной клетки. Постановка экспериментов на интактных и демембранизованных клетках. Одновременное измерение механических, электрических и химических параметров (кальциевая активация, электромеханическое сопряжение и АТФаза). Понятие о кинетической теории мышечного сокращения. Особенности летательных мышц насекомых и запирательных мышц моллюсков. Немышечные формы подвижности.

Раздел 9. Твердые ткани

Реологические и электромеханические свойства твердых тканей (кость, зуб) и их математическое описание. Адаптация костной ткани к механической нагрузке; закон Вольфа. Хитиновый покров насекомых. Методы экспериментальных исследований.

Раздел 10. Гидродинамика крови

Движение вязкой жидкости в трубке. Режимы движения (ламинарный и турбулентный, стационарный и нестационарный и т.п.). Закон сохранения массы. Формулы Пуазейля и Бернулли как предельные случаи закона сохранения количества движения. Режимы движения крови в сосудистом русле.

Движение крови в крупных сосудах. Распространение пульсовой волны в артериях, формула Моенса-Кортевега. Измерение артериального давления методом Короткова, осциллометрия. Особенности течения в изогнутых и разветвляющихся сосудах, в венах и в сосудах малого круга кровообращения. Подходы к математическому моделированию движения крови.

Движение крови в системе микроциркуляции. Регуляторные реакции гладкой мускулатуры сосудов: эффект Бейлисса, чувствительность артерий к кровотоку. Влияние реологических свойств крови. Движение эритроцита по капилляру. Основы математического моделирования микроциркуляции. Массообмен между кровью и тканями. Модель Крога. Осмотические явления; формула Старлинга. Основные представления о движении лимфы.

Общая характеристика механических явлений в сердечно-сосудистой системе человека. Механика сердца и клапанов. Подходы к описанию течения крови в ветвящемся русле.

Раздел 11. Механика дыхания

Общая характеристика механических явлений в дыхательных органах. Движение воздуха по воздухоносным путям и газообмен в легких. Механика альвеол; роль сурфактантной системы. Простейшие математические модели в механике дыхания. Осаждение частиц на стенках дыхательных путей и мукоцилиарный клиренс; кашель.

Раздел 12. Органы чувств

Механические явления в органах слуха и равновесия; механика наружного и среднего уха, распространение волн в улитке внутреннего уха, движение жидкости в полукружных каналах, механика отолитового органа.

Раздел 13. Биотеплообмен

Основные представления о переносе тепла в тканях и органах; роль движения крови в сосудах и воздуха в легких; нульмерные модели. Внешний теплообмен организма.

Раздел 14. Плавание и полет

Обтекание тел потоком жидкости; коэффициенты сопротивления и подъемной силы, присоединенная масса жидкости. Элементарные основы механики плавания и полета живых организмов. Движение одноклеточных, хемотаксис.

Раздел 15. Рост и морфогенез

Объемный и поверхностный рост тканей, морфогенез; меры ростовой деформации. Влияние механических и химических факторов. Понятие о моделях растущих тканей и моделях типа Тьюринга. Механические процессы при росте опухолевых тканей. Общие представления о росте растений.

Раздел 16. Искусственные органы и системы

Искусственные клетки и мембраны, липосомы. Требования к заменителям биологических тканей; протезирование опорно-двигательного аппарата. Протезы кровеносных сосудов и сердечных клапанов, проблема искусственного сердца. Аппараты искусственного дыхания, другие искусственные массообменные системы.

Раздел 17. Методы теории хаоса и самоорганизации в Биомеханике.

Оценка параметров квазиаттракторов поведения биосистем

Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Методика измерения степени близости к хаосу или к стохастике в динамике поведения ВСОЧ. Понятие фазатона мозга и движение квазиаттрактора ВСОЧ в фазовом пространстве с возрастом человека. Методика расчета объема параллелепипеда, внутри которого находится квазиаттрактор поведения ВСОЧ. Оценка коэффициента асинергизма χ с

помощью матрицы A в рамках компартментно-кластерного подхода. Определение с помощью ЭВМ показателей асимметрии (R_x) и объемов квазиаттракторов (V_G), а также объемов фазовых плоскостей треморограмм произвольных и непроизвольных движений человека. Определение стохастических характеристик параметров треморограмм (энтропия Шеннона, дивергенция Кульбака-Лейблера) произвольных и непроизвольных движений. Новые методы исследования произвольных движений (теппинга) в рамках теории хаоса и самоорганизации. Построение портретов нормогенеза и патогенеза по обобщенным амплитудно-частотным характеристикам треморограмм произвольных и непроизвольных движений. Идентификация параметров квазиаттракторов ВСОЧ с помощью матриц межаттракторных расстояний. Ограниченность и универсальность подхода теории катастроф. Основные сценарии перехода к хаосу. Виды хаоса. Понятия русел, параметров порядка, джокеров.

4. Перечень примерных вопросов

1. Предмет, задачи, методы биомеханики физических упражнений. Сущность педагогической направленности дисциплины.
2. Основные направления в развитии биомеханики движений человека: основоположники анатомо-физиологического и механо-математического направления
3. Связь биомеханики как науки с другими фундаментальными дисциплинами: принципы интеграции и дифференциации наук о человеке.
4. Современное состояние биомеханики: существующие направления работы биомехаников и прикладная значимость их работ.
5. Управление движениями: способы управления двигательными действиями разной сложности. Теория управления на разных уровнях (по Н.А.Бернштейну)
6. Биофизика мышечного сокращения: теория механизма мышечного сокращения, зависимость «длина-сила» для саркомера.
7. Биомеханика дыхания: строение и функция грудной клетки. Работа мышц при вдохе и выдохе. Биофизика легких.
8. Биомеханический подход к изучению механизма сохранения устойчивости позы или положения тела.
9. Основы вибрационной биомеханики: влияние вибрации на тело человека, характеристики вибрации, нормы переносимости, области частот вредной вибрации, положительное воздействие вибрации, биомеханический резонанс.
10. Основы механики движения системы тел: законы поступательного и вращательного движений для закрытых мышечных систем. Биомеханическая система тела как открытая механическая система.
11. Методы и методики измерения физических качеств человека. Силовые качества: способы измерения, градиент и интегральный показатель силы, сила как функция времени и функция координаты, силовая выносливость при разных режимах работы мышц.
12. Биомеханика опорно-двигательного аппарата (ОДА): строение, функции и механические свойства тканей.

13. Биомеханические системы тела человека: понятие симметрии и асимметрии в биомеханике.
14. Биомеханические особенности перемещающих движений в спорте: подъем тяжести, парные упражнения в акробатике, броски.
15. Биомеханика сердца: физические законы движения крови по сосудам, кровообращение при разной интенсивности труда, в зависимости от возраста.
16. Биомеханика двигательных качеств человека: основные двигательные качества и способы количественной оценки. Скоростно-силовые качества и факторы их определяющие.
17. Биомеханика физических упражнений и спортивной деятельности: цель, задачи, методология развития педагогической биомеханики.
18. Биомеханика ударных движений человека: история изучения вопроса, механизм создания живой системы, управляемые ударные действия в спорте.
19. Биомеханические характеристики движения звеньев тела: масса и момент инерции тела при различных движениях, управление инертностью тела в спорте и адаптивной и оздоровительной физической культуре.
20. Биомеханические характеристики движений человека и его звеньев: временные и пространственные характеристики поступательного движения.
21. Биомеханика мышц: характеристические кривые мышечного сокращения на примерах мышечных волокон разного типа и их разных режимов работы.
22. Биомеханические методы исследования движений: сущность системного подхода к исследованию движений.
23. Фазы работы мышц. Сила тяги мышц и факторы ее определяющие. Момент силы и роль в организации момента силы морфологических характеристик.
24. Виды и реализация работ мышц: описать математической зависимостью и связать с электромиографической активностью.
25. Информационные технологии в биомеханике: база и банк данных по биомеханике человека.
26. Классификация движений и положений человека в физической культуре и спорте по принципу различия механизмов исполнения.
27. Методологическая основа теории измерений и оценок параметров движений и состояний человека.
28. Методы измерения биомеханических характеристик движений человека контактные и бесконтактные способы регистрации данных.
29. Управление характеристиками вращательного движения с заданием и без задания начального кинетического момента.
30. Сущность организации биомеханического эксперимента спортивных и трудовых движений, аппаратное обеспечение, системы обработки результатов.
31. Мышцы как преобразователи энергии, организатор мышечной тяги. Факторы, определяющие силу мышц. Морфологические характеристики в создании момента силы мышечной тяги. Мощность и работа мышцы. Зависимость «сила-скорость» (Хилл, 1929г)
32. Эргономическая, медицинская, инженерная, космическая биомеханика: цели и задачи этих отраслей знаний, особенности теоретических концепций.

33. Сущность комплексного подхода в изучении основных механизмов движений в спорте: локомоции, отталкивания, броски, удары, скольжения и др.

34. Оптические методы исследования движений человека, их классификация, примеры использования, достоинства и недостатки. Анализ двигательных действий человека по материалам киносъемки. Методика определения ОЦТ человека в фиксированной позе на фотографии.

35. Оптико-электронные методы, их классификация, общая схема, примеры использования. Видеозапись движений человека, ее использование в комплексных биомеханических исследованиях. Оптико-электронные методы изучения характеристик движений человека с применением оптронных пар.

36. Механоэлектрические методы изучения взаимодействия тела человека с другими материальными телами, их классификация. Методы тензометрии, схема измерения на основе тензометрического комплекса. Применение тензометрических методов в комплексных биомеханических исследованиях. Методика определения величины и динамики силовых характеристик взаимодействия тела человека с опорой с применением тензометрической платформы. Метод стабилотрии и его значение для оценки устойчивости тела человека.

37. Кинематические характеристики движения человека как твердого тела и его частей при поступательном и вращательном движениях. Их значение для изучения движений человека.

38. Динамические характеристики поступательного и вращательного движения человека как твердого тела. Значение динамических характеристик при изучении движений частей тела человека.

39. Внешние и внутренние силы, действующие на человека при выполнении физических упражнений. Роль и значение внешних и внутренних сил, причины их появления, эффективность действия. Динамические и статистические опорные реакции. Значение сил мышечных тяг при выполнении движений и условия их реализации. Совместные действия сил (на примере самостоятельной работы по биомеханическому обоснованию двигательного действия).

40. Двигательный аппарат человека как биокинематическая механическая система. Биокинематические пары, шарниры, биокинематические цепи. Степени свободы биокинематической системы.

41. Биомеханическая трехкомпонентная модель мышцы, ее свойства. Возможные режимы сокращения мышц на основе свойств модели и выполняемая ими механическая работа.

42. Зависимости «сила-длина», «сила-скорость» для биомеханической модели мышцы, их значение в движениях человека.

43. Биомеханические полносвязные механизмы тела человека, их роль в выполнении движений и сохранении позы.

44. Системно-структурный подход в биомеханике как основной метод изучения двигательных действий человека. Формулировка принципиальных отличий в понятиях «Движения человек» и «Двигательные действия человека».

45. Строение двигательных действий. Пространственные и временные системы действия. Граничные позы и фазы действий (на примере самостоятельной работы по биомеханическому обоснованию двигательного действия).

46. Двигательные, информационные и обобщенные структуры в двигательных действиях человека. Роль информации при построении действий и управлении действиями.

47. Управление двигательными действиями человека. Понятие управления и самоуправления движениями. Функциональная структура двигательного действия.

48. Энергетика двигательных действий человека. Виды механической энергии и их взаимодействие при движениях. Рекуперация энергии и ее использование для повышения эффективности двигательных действий.

49. Основы педагогической кинезиологии. Психический фактор в строении двигательных действий. "Языки" описания техники двигательных действий. Значение кинезиологии для успешного обучения двигательным действиям.

50. Понятие смыслового содержания двигательного действия. Цели, подцели и задачи для каждой части двигательного действия.

51. Составные движения в биокинематических цепях. Относительное и переносное движение. Кинематика и динамика составных движений. Роль составных движения в двигательной деятельности человека.

52. Поза тела человека, ее значение для выполнения движений. Условия равновесия тела человека как жесткой системы. Виды равновесия, показатели устойчивости (на примере работы по определению устойчивости позы по фотографии). Равновесие реального тела человека, способы сохранения равновесия тела при движении и при неподвижном положении. Способы оценки двигательных способностей человека для сохранения равновесия.

53. Движения на месте. Механизмы притягивания к опоре и отталкивания от опоры. Реакции опоры и их роль при притягивании и отталкивании. Стартовые двигательные действия и разгон.

54. Локомоторные циклические действия человека. Отталкивающие и шагательные части действия. Виды и особенности локомоций. Биодинамика разных видов локомоций. Рекуперация энергии при выполнении локомоций. Особенности построения ациклических локомоторных действий.

55. Движения тела человека и его частей относительно осей вращения. Движения звеньев биомеханической системы в шарнирах, кинематические и динамические характеристики вращательных движений. Вращения тела человека вокруг неподвижных и подвижных осей (пример расчетной работы по определению момента инерции человека методом качаний). Теорема о кинетическом моменте и ее реализация при разных видах вращений. Управление человеком вращательными движениями тела в безопорном положении.

56. Перемещающие движения. Характеристики движения спортивных снарядов в результате перемещающих движений. Строение перемещающих двигательных действий. Передача импульсов сил и скоростей частей тела в многосвязных кинематических цепях. Основы биомеханики удара.

57. Двигательные качества человека в виде проявления силы, быстроты, выносливости, ловкости, гибкости, их биомеханическое обоснование. Понятие двигательных способностей. Комплексность двигательных способностей, их реализация в физкультурно-спортивной деятельности.

58. Дифференциальная биомеханика. Телосложение и моторика человека. Онтогенез моторики. Особенности моторики разных возрастных групп.
59. Спортивно-техническое мастерство, деление его показателей по признакам "Что умеет делать человек" и "Как он это делает". Показатели спортивно-технического мастерства.
60. Человек как биомеханическая система. Биодинамика прыжка. Механизм отталкивания от опоры. Телосложение и моторика человека. Онтогенез моторики. Показатели технического мастерства. Эффективность владения спортивной техникой.
61. Описать методику измерения степени близости к хаосу или к стохастике в динамике поведения ВСОЧ. Продемонстрировать на ЭВМ.
62. Понятие фазатона мозга и движение квазиаттрактора ВСОЧ в фазовом пространстве с возрастом человека.
63. Описать методику расчета объема параллелепипеда, внутри которого находится квазиаттрактор поведения ВСОЧ. Продемонстрировать на ЭВМ.
64. Оценка коэффициента асинергизма χ с помощью матрицы A в рамках компартментно-кластерного подхода.
65. Определение с помощью ЭВМ показателей асимметрии (R_x) и объемов квазиаттракторов (V_G), а также объемов фазовых плоскостей треморограмм произвольных и непроизвольных движений человека.
66. Идентификация параметров квазиаттракторов ВСОЧ с помощью матриц межаттракторных расстояний.