

Министерство образования и науки Российской Федерации

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

01.02.08 «Биомеханика»

по физико-математическим и техническим наукам

Программа-минимум
содержит 9 стр.

2007

Введение

В основу настоящей программы положены лекционные курсы по биомеханике, а также элементы общей биологии и физиологии человека и животных. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по математике и механике при участии НИИ механики МГУ.

1. Механика клетки

Строение живой клетки. Мембрана как двумерный континуум. Реологические свойства мембраны ([1], с. 111 – 120; [9], с.55 – 61; [12], с. 21 – 27; [13], т. 3, с. 97 – 136). Пассивный и активный массоперенос через мембрану. Механочувствительность клеток. Электрический потенциал мембраны, возбуждение и распространение электрического импульса по мембране. Модель мембранного тока. Модели, описывающие функционирование ионных каналов ([2], с. 96 – 135, 160 – 192; [9], с. 286 – 310).

Подвижность клеток и одноклеточных организмов. Реологические свойства цитоплазмы и модели ее подвижности [7], с. 92 – 99; [12], с. 21 – 23). Движение ресничек и жгутиков ([2], с. 271 – 276; [9], с. 91 – 94). Движение при делении клетки ([7], с. 61 – 66).

2. Биологические жидкости

Состав и реологические свойства крови. Псевдотурбулентность в потоке крови; механизмы и модели агрегации и перераспределения клеток крови в потоке. Экспериментальные методы изучения агрегации клеток, механической травмы и свертывания крови [8], с. 179 – 213; [9], с. 63 – 91; [12], с. 29 – 59).

Состав, реологические свойства и модели растворов биополимеров (суставная жидкость, слизистые жидкости) ([12], с. 59 – 67).

3. Мягкие ткани

Строение и реологические свойства стенок кровеносных сосудов, кожи, сухожилий, хряща, паренхимы легкого, тканей глаза. Модель Фанга ([1], с. 60 – 69; [6], с. 122 – 138; [8], с.288 – 309; [13], с. 180 – 200).

4. Мышцы

Микроструктура, строение и реологические свойства мышц; поперечно-полосатые и гладкие мышцы. Управление мышечным сокращением. Основные уравнения модели мышечной ткани и их использование при обработке результатов экспериментов; уравнение Хилла ([3], с.10 – 38; [4], с. 6 – 45). Понятие о кинетической теории мышечного сокращения; особенности летательных мышц насекомых ([2], с. 238 – 268).

5. Твердые ткани

Строение, реологические и электромеханические свойства костной ткани; строение и свойства тканей зубов. ([12], С. 10 – 118; [13], т. 2, с. 70 – 99, 103 – 124). Адаптационные свойства кости ([7], с. 27 – 33, 77 – 83).

6. Математические модели биологических сплошных сред

Континуальные модели клеточной мембраны ([15]), крови, мягких тканей ([12], с. 29 – 59, 67 – 86; [13], т.9, с.5-33), костной ткани ([12], с.102 – 118; [13], т.2, 70-99, 103-124). Континуальные ([12], с.87-101; [13], т.1, с.17-39) и кинетические ([2], с.238-268; [13],т.7, с.35-62) модели мышечной ткани.

7. Сердечно-сосудистая система

Общая характеристика механических явлений в сердечно-сосудистой системе. Механика сердца ([8], с. 214 – 286; [10], с. 11 – 71). Подходы к моделированию течения крови в ветвящемся русле ([3], с. 181 – 213; [12], с. 119 – 124; [13], т.3, с. 197 – 207).

Движение крови в сосудах. Постановки задач о пульсирующем течении крови в прямых жестких и деформируемых сосудах. Понятие о начальном участке. Теория пульсовой волны; нелинейные эффекты. Измерение артериального давления методом Короткова ([3], с. 43 – 60; [8], с. 309 – 396; [9], с. 115 – 145; [10], с. 72 – 84, 98 – 107, 129 – 148, 270 – 281). Основные эффекты при движении крови в сосудах со сложной геометрией ([10], с. 149 – 151, 215 – 246). Движение крови в венах и в сосудах малого круга ([6], с. 85 – 113; [8], с. 529 – 552; 587 – 605).

Понятие о сосудистом тоне; ауторегуляция и эффект Бейлиса, реакция сосудистой стенки на сдвиговые напряжения ([11]; [13], т.8, с.53-67). Распределение эритроцитов в малых сосудах ([8], с. 457 – 474). Движение крови в кровеносных капиллярах: деформации эритроцитов, модель Лайтхилла ([3], с. 132 – 161; [8], с. 474- 482).

Массообмен между кровью и окружающими тканями; модель Крога. Осмотические явления; формула Старлинга ([8], с. 482 – 511; [9], с. 352 – 364; [13], т.1, с. 137 – 153; т. 3, с.137 – 158). Постановки задач о массообмене в тканях и органах (легкие, почка) ([6], с. 25 – 78; [9], с. 415 – 427). Нульмерные модели ([9], с. 377 – 400). Уравнение теплообмена в тканях ([1], с. 194 – 199; [12], с. 124), его приложения в практических задачах.

8. Дыхательная система

Общая характеристика механических явлений в дыхательных органах человека и млекопитающих. Простейшие математические модели в механике дыхания ([6], с. 25 – 31, 110 – 111, 237 -248; [13], т.8, с.34-52, 68-92; [16], гл.5). Понятие о механике речеобразования ([13], т. 8, с.93-119; [16], гл. 10)

9. Пищеварительный тракт и выделительная система

Строение и механические свойства органов пищеварения ([16], гл. 11) Перистальтический механизм транспорта и перемешивания. Постановка общей задачи; решение в длинноволновом приближении. Эффекты рефлюкса и захвата [5]. Мочевыделительная система ([16], гл. 12)

10. Сенсорные системы

Биомеханика глаза. Механические процессы в органах слуха и равновесия. Математическая постановка задачи о распространении волн в улитке. Модель движения жидкости в полукружных каналах ([1], с. 145 – 147; [14]; [16], гл.7-9).

11. Рост и морфогенез

Объемный и поверхностный рост тканей; морфогенез. Клеточные механизмы. Влияние механических и химических регуляторов. Принципы построения моделей растущих тканей и органов. Модели типа Тьюринга ([2], с. 528 – 543; [7], с. 3 – 46, 49 – 50, 66 – 77, 84 – 99; [13] т.10, с.148-173). Кинетика клеточного деления, массоперенос и рост в опухолевых тканях. Математические модели образования зоны некроза в опухоли ([7], с. 100 – 104). Общие представления о росте растений ([7], с. 46 – 49).

12. Двигательный аппарат

Общие представления о локомоциях. Принципы организации движений. Синергии. Двигательная единица ([4], с. 70 – 86; [13], т. 3, с. 5 – 13). Гидродинамические подходы к изучению полета и плавания животных ([7], с. 143 – 146, 159 – 174, 204 – 210). Движения человека. Моделирование тела человека многозвенным механизмом с активными усилиями в сочленениях. Основные применения моделей ([16], гл.6). Постановка задач об импульсных и вибрационных воздействиях на человека [1], с. 125 – 129, 152 -176; [13], т. 3, с. 14 – 30; [16], гл. 2). Трение и смазка в суставах ([9], с. 51 – 55). Понятие об эргономике и инженерной психологии.

13. Коллективные явления

Движение совокупностей взаимодействующих организмов. Случайные блуждания и хемотаксис у одноклеточных. Целенаправленные коллективные движения; теории транспортных потоков ([12], с. 134 – 139).

14. Искусственные органы и системы

Искусственные клетки и мембраны, липосомы ([13], т.3, с.97-136). Требования к заменителям биологических тканей; протезирование опорно-двигательного аппарата ([16], гл. 13).

Протезы кровеносных сосудов и сердечных клапанов, искусственное сердце. Аппараты искусственного дыхания, другие. искусственные массообменные системы ([16], гл.14; [9], с. 313 – 319; 347 – 352).

Основная литература

1. Бранков Г. Основы биомеханики. – М.: Мир, 1981.
2. Волькенштейн М.В. Общая биофизика. – М.: Наука, 1978.
3. Гидродинамика кровообращения. – М.: Мир, 1971.
4. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Скелетная мышца: структура и функция. – М.: Наука, 1985.
5. Джеффрин М., Шапиро А. – Механика. Сб. переводов иностр. статей, 1972, N 5, с. 88 – 108.
6. Дьяченко А.И., Шабельников В.Г. Математические модели действия гравитации на функции легких. – М.: Наука, 1985.
7. Итоги науки и техники. Комплексные и специальные разделы механики. Том 1. – М.: ВИНТИ, 1985.
8. Каро К., Педли Т., Шротер Р., Сид У. Механика кровообращения. – М.: Мир, 1981.
9. Лайтфут Э. Явления переноса в живых системах. – М.: Мир, 1977.
10. Педли Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов. – М.: Мир, 1983.
11. Регирер С.А., Руткевич И.М., Усик П.И. – Механика полимеров, 1975, N 4, с. 585 – 589.
12. Регирер С.А. Лекции по биологической механике. Часть 1. – М.: Изд.-во МГУ, 1980.
13. Современные проблемы биомеханики, т.т. 1 – 6. – Рига; т.7 – Н.Новгород, т. 8 – 10, М. – 1983-2000.
14. Шупляков В.С. – В кн.: Анализ сигналов на периферии слуховой системы. –Л., 1981, с. 5 – 35.
15. Ивенс И., Скейлак Р. Механика и термодинамика биологических мембран. – М.: Мир, 1982.
16. Бегун П.И., Шукейло Ю.А. Биомеханика. – СПб: Политехника, 2000.

Дополнительная литература

1. Албертс Б., Брей Д., Льюис Д., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Д. Молекулярная биология клетки. Т.1-3. – М.: Мир, 1994.
2. Александер Р. Биомеханика. – М.: Мир, 1970.
3. Александров В.В., Воронин Л.И., Глазков Ю.Н., Ишлинский А.Ю., Садовничий В.А. Математические задачи динамической имитации аэрокосмических полетов. – М.: Изд-во МГУ, 1995.
4. Беленький В.Е., Куропаткин Г.В. Диалог травматолога с биомехаником. – М.: Солид, 1996.
5. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. – Киев: Наук.думка, 1990.
6. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.: Медицина, 1966.
7. Биомеханика: проблемы и исследования. – Рига: Зинатне, 1988.
8. Богданов К.Ю. Физик в гостях у биолога. – М.: Наука, 1986.- 142 с.
9. Глазер Р. Очерк основ биомеханики. – М.: Мир, 1988.
10. Егоров В.А., Регирер С.А., Шадрин Н.Х. – Течение крови в микрососудистой сети мышцы при регуляторных реакциях: квазистационарные задачи // Изв. АН. Мех. жидкости и газа. 1993. N 1. С.137-145.
11. Марри Д. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. – М.: Мир, 1983.
12. Образцов И.Ф., Ханин М.А. Оптимальные биомеханические системы. – М.: Медицина, 1989.
13. Проблемы прочности в биомеханике. – М.: Высш.школа, 1988.
14. Регирер С.А. Квазиодномерная теория перистальтических течений // Изв. АН СССР. Мех. жидкости и газа. 1984. N 5. С.89-97.
15. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. – М.: Наука, 1984.

16. Физиология человека. Т.1-4. – М.: Мир, 1985-1986.
17. Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. Кн.1-2. – М.: Мир, 1982.
18. Шмидт-Нильсен К. Размеры животных: почему они так важны. – М.: Мир, 1987.

Примечания

Общим для всех отраслей науки, по которым присуждаются ученые степени по специальности 01.02.08 «биомеханика» являются (а) знание экзаменуемым основных фактов, касающихся строения и функционирования биологических объектов, от клетки до целостного организма; (б) понимание того, каким механическим законам и в какой конкретно форме подчинен тот или иной механический процесс в живой системе.

Для физико-математических наук достаточно общих представлений об экспериментальных методах изучения свойств и функционирования биологических систем, о протезах и заменителях, о диагностических и иных практических приложениях биомеханики. Напротив, серьезное внимание должно быть уделено математическим моделям свойств биологических объектов. Для технических наук достаточно лишь общих сведений о моделях, тогда важными являются методы экспериментов и прикладные вопросы (применительно к человеку).