

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



Ю.Н. Рыжих

06 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Механика биоматериалов

по направлению подготовки

15.04.03 Прикладная механика

Направленность (профиль) подготовки :

Механика биокompозитов, получение и моделирование их структуры и свойств

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

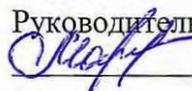
Год приема

2022

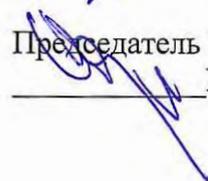
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Е.С. Марченко

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 – Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы;

– ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий;

– ПК-1 – Способен критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-6.1 Знать современные информационно-коммуникационные технологии, основные глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности.

ИОПК-6.2 Уметь применять современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности.

ИОПК-6.3 Владеть методикой использования современной информационно-коммуникационной технологии, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской деятельности.

ИОПК-11.1 Знать основные подходы к определению направлений перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий.

ИОПК-11.2 Уметь анализировать направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий.

ИОПК-11.3 Владеть методиками анализа и определения направлений перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий.

ИПК 1.1 Знать перспективные направления и последние достижения современной науки и техники в области производства объемных материалов, соединений, композитов на их основе и изделий из них.

ИПК 1.2 Знать: современные проблемы прикладной механики, методы планирования научно-исследовательской работы, способы решения научных задач механики, обработки и анализа полученных данных, представления результатов.

ИПК 1.3 Уметь осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий.

ИПК 1.4 Уметь ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач.

ИПК 1.5 Уметь анализировать, интерпретировать, оценивать, представлять результаты собственных исследований в профессиональном сообществе и защищать результаты выполненного исследования с обоснованными выводами и рекомендациями.

2. Задачи освоения дисциплины

- Сформировать комплекс необходимых знаний о механике живых биоматериалов и их искусственных заменителей;
- Изучить экспериментальные данные по деформированию биоматериалов и их заменителей;
- Изучить модели механического поведения живых биоматериалов и их искусственных заменителей.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, экзамен

Четвертый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг», «Анатомия человека», «Материалы медицинского назначения».

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов, из которых:

-лекции: 24 ч.

-практические занятия: 38 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Механика костей и хрящей

Механические свойства кортикальной костной ткани. Механические свойства губчатой костной ткани. Модуль упругости кости. Влияние минерального содержания на механические свойства. Влияние пористости на механические свойства. Эффект ориентации и анизотропии. Эффект гидротации. Эффект скорости нагружения.

Реологические и электромеханические свойства твердых тканей (кость, зуб) и их математическое описание. Адаптация костной ткани к механической нагрузке; закон Вольфа. Методы экспериментальных исследований. Исследование механического поведения костных тканей методами компьютерного моделирования. Виды хрящей и их механические свойства.

Механика черепно-мозговой травмы. Травмы и патологическое развитие позвоночника. Биомеханические задачи заживления переломов костей конечностей; аппараты для фиксации отломков. Проблемы защиты человека от ударных и вибрационных воздействий. Прикладные задачи стоматологии.

Тема 2. Механика суставов и тканей зуба

Функции и виды суставов. Классификация истинных суставов. Подвижность суставов. Морфофункциональные характеристики суставов. Механика травм.

Строение и биомеханика шейно-затылочного сочленения, позвоночного столба, верхней конечности и плечевого пояса, пояса нижних конечностей и нижней конечности.

Строение и механические свойства тканей зуба.

Тема 3. Механика мышц и кожи

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. Реологические свойства и механизм сокращения поперечно-полосатых и гладких мышц. Методы измерения механических свойств мышц. Механика мышечной клетки. Постановка экспериментов на интактных и демембранных клетках. Одновременное измерение механических, электрических и химических параметров (кальциевая активация, электромеханическое сопряжение и АТФаза). Понятие о кинетической теории мышечного сокращения. Механические свойства кожи. Влияние толщины слоя кожи, плотности, влагосодержания на ее механические свойства. Влияние возраста и пола человека на механические свойства кожи. Линии Лангера. Строение жировой ткани. Механические свойства жировой ткани.

Тема 4. Механика сердца и кровеносных сосудов:

Типы кровеносных сосудов. Строение кровеносной стенки. Классификация сосудов по морфологическому строению. Механические свойства кровеносных сосудов.

Тема 5. Механика органов

Биомеханика органов зрения. Биомеханика органов слуха. Биомеханика органов речи.

Тема 6. Механика искусственных биоматериалов

Физико-механические критерии выбора имплантатов. Механические испытания и механические свойства полимеров медицинского назначения; Испытания полимеров медицинского назначения при циклических нагрузках; Механические испытания и свойства композитных биоматериалов. Механические испытания биопротезов клапанов сердца. Механические испытания эндопротезов суставов. Компьютерные исследования механического поведения эндопротезов суставов. Механические испытания и механические свойства мембран для оксигенации и диализа. Механические испытания и механические свойства оксидной керамики медицинского назначения. Механические испытания и свойства материалов с эффектом памяти формы. Биомеханика электрокардиостимуляторов. Механические испытания и свойства металлов и сплавов медицинского назначения. Исследования механического поведения стентов кровеносных сосудов. Механические испытания и механические свойства биостекло и стеклокерамики. Механические испытания и свойства титана и титановых сплавов. Механические испытания и свойства кальцифосфатных материалов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, выполнения заданий по подготовке докладов и рефератов по выбранным темам, взаимное рецензирование рефератов. Выполнение заданий по текущему контролю оценивается баллами и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Баллы, выставленные за текущий контроль знаний, непосредственно влияют на оценку экзамена.

Вопросы контрольных работ текущего контроля, проводимые после каждой лекции, проверяют ИПК-1.1., ИПК – 1.2, ИОПК-6.1, ИОПК-11.1. Ответы на вопросы необходимо дать в полной или краткой форме.

Подготовка докладов по индивидуальным темам, выбранным студентами из списка предлагаемых тем, проверяет сформированность ИОПК – 6.2., ИОПК-6.3, ИОПК – 11.2, ИОПК-11.3, ИПК – 1.3.

Защита докладов и написание рефератов по выбранным темам, а также взаимная проверка рефератов позволяет проверить сформированность ИПК-1.4, ИПК– 1.5.

Примерный перечень вопросов контрольных работ:

1. Модуль упругости какой кости больше более минерализированной или менее минерализированной?
2. Почему костная ткань проявляет вязкоупругие свойства?
3. В чем проявляется вязкоупругое поведение костной ткани?
4. Почему модули упругости костной ткани варьируются в широких пределах?
5. В чем предназначение процесса ремоделирования с точки зрения механики?
6. Почему отличаются механические характеристики компактной и губчатой костной ткани?
7. Какой тип остеонов, с параллельным расположением коллагеновых волокон или с перпендикулярным, лучше сопротивляется растягивающей нагрузке, а какой тип – сжимающей нагрузке?
8. В чем проявляется закон Вольфа?
9. Будут ли отличаться механические характеристики фрагмента кости взятого из одного и того же места разных индивидуумов? Почему?
10. Модуль упругости какой кости больше влажной или сухой?
11. Почему эмаль является самой твердой тканью зуба?
12. Почему фиброзное кольцо межпозвоночного диска способно противостоять деформации сдвига при осевой ротации позвоночника?
13. Что такое линии Лангера?
14. Будут ли отличаться механические свойства жировой ткани человека, взятые из разных мест? Почему?
15. Почему отличаются кривые нагружения разных сосудов?
16. Какие формы механической реакции мышц вы знаете? В каких случаях они проявляются?

Примерный перечень тем докладов:

Механика природных биологических материалов

1. Биомеханика костей и костных тканей (экспериментальные исследования);
2. Биомеханика костей и костных тканей (исследования методами компьютерного моделирования);
3. Биомеханика хрящей (экспериментальные исследования);
4. Биомеханика хрящей (исследования методами компьютерного моделирования);
5. Биомеханика позвонков и позвоночника (экспериментальные исследования);
6. Биомеханика позвонков и позвоночника (исследования методами компьютерного моделирования);
7. Биомеханика мышц и мышечной ткани (экспериментальные исследования);
8. Биомеханика мышц и мышечной ткани (исследования методами компьютерного моделирования);
9. Экспериментальные исследования механических свойств коллагеновых и эластиновых волокон.
10. Биомеханика сердца и его структур (экспериментальные исследования);

11. Биомеханика сердца и его структур (исследования методами компьютерного моделирования);
12. Биомеханика сосудов (экспериментальные исследования);
13. Биомеханика сосудов (исследования методами компьютерного моделирования);
14. Биомеханика кожи;
15. Биомеханика дыхательных путей;
16. Биомеханика глаза;
17. Биомеханика уха и его структур;
18. Биомеханика органов речи;
19. Биомеханика органов пищеварения.

Механика заменителей биологических тканей

1. Механические испытания и механические свойства полимеров медицинского назначения;
2. Испытания полимеров медицинского назначения при циклических нагрузках;
3. Механические испытания и свойства композитных биоматериалов.
4. Механические испытания биопротезов клапанов сердца.
5. Механические испытания эндопротезов суставов.
6. Компьютерные исследования механического поведения эндопротезов суставов.
7. Механические испытания и механические свойства мембран для оксигенации и диализа.
8. Механические испытания и механические свойства оксидной керамики медицинского назначения
9. Механические испытания и свойства материалов с эффектом памяти формы.
10. Биомеханика электрокардиостимуляторов.
11. Механические испытания и свойства металлов и сплавов медицинского назначения.
12. Исследования механического поведения стентов кровеносных сосудов.
13. Механические испытания и механические свойства биостекло и стеклокерамики.
14. Механические испытания и свойства титана и титановых сплавов.
15. Механические испытания и свойства кальцифосфатных материалов.

Количество баллов за экзамен определяется как средний балл выставленный за все этапы текущей успеваемости (контрольные работы, защиту презентации, написание реферата, оценивание реферата коллеги).

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (в четвертом семестре оценка «зачтено» соответствует «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»; оценка «незачтено» соответствует «неудовлетворительно») и проставляются в зависимости от количества набранных баллов.

Соответствие оценок полученным баллам представлено в таблице:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
0 – 59 баллов	60 – 73 баллов	74 – 87 баллов	88 – 100 баллов

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22418>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Полилов А. Н. Биомеханика прочности волокнистых композитов / А. Н. Полилов, Н. А. Татусь. - Москва : Физматлит, 2018. - 326 с.

– Белик К. Биомеханика. Основные понятия. Эндопротезирование тканей и органов : Учебное пособие / Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2014. - 104 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=63424>. URL: <https://znanium.com/cover/0546/546261.jpg>

– Биофизика и биоматериалы. Механика : учебное пособие / А.А. Новиков [и др.].. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-8149-2514-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78425.html> (дата обращения: 04.03.2022)

б) дополнительная литература:

– Хлусов И. А. Основы биомеханики биосовместимых материалов и биологических тканей : учебное пособие / И. А. Хлусов, В. Ф. Пичугин, М. А. Рябцева ; науч. ред. В. Ф. Пичугин ; Томский политехнический университет. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2007. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2017/000555288/000555288.pdf>

– Няшин Ю.И. Основы биомеханики: учебное пособие [Электронный ресурс]/ Ю.И. Няшин, В.А. Лохов. - Пермь: Изд-во Пермского государственного технического университета, 2007. - 210 с. URL:– <http://elib.pstu.ru/docview/?id=835.pdf>

– Няшин Ю.И. Экспериментальные методы в биомеханике: учеб. пособие[Электронный ресурс] / Ю.И. Няшин, Р.М. Подгайец. – Пермь, 2008. – 400 с. URL:– <http://elib.pstu.ru/docview/?id=376.pdf>

– Бегун П. И. Моделирование в биомеханике : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Биомедицинская техника" и направлению подготовки бакалавров и магистров "Биомедицинская инженерия"] / П. И. Бегун, П. Н. Афонин. - Москва : Высшая школа, 2004. - 389, [1] с.: ил.. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2017/000206823/000206823.djvu>

– Чигарев А. В. Биомеханика : учебник для студентов вузов по специальностям "Биомеханика" , "Биомедицинские приборы и аппаратура", "Спортивная инженерия", "Механика" / А. В. Чигарев, Г. И. Михасев, А. В. Борисов. - Минск : Изд-во Гревцова, 2010. - 282 с.

– Бегун П. И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 200400 (653900) "Биомедицинская техника" по специальности 200401 (190500) "Биомедицинские и медицинские аппараты и системы", 200402 (190600) "Инженерное дело в медико-биологической практике" и направлению подготовки бакалавров и магистров 200300 (553400) "Биомедицинская инженерия" / П. И. Бегун. - Санкт-Петербург : Политехника, 2011. - 1 онлайн-ресурс (462, [1] с.): ил., табл. - (Учебное пособие для вузов) . URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2017/000555364/000555364.pdf>.

– Хлусов И. А. Основы биомеханики биосовместимых материалов и биологических тканей: учебное пособие/ И. А. Хлусов, В. Ф. Пичугин, М. А. Рябцева. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007. – 149 с.

– Biomechanics at micro- and nanoscale levels. Vol. 2 / edited by Hiroshi Wada. - New Jersey [a. o.] : World Scientific, 2006. - 168 p.

– Бегун П. И. Биомеханика : учебник для вузов/ П. И. Бегун, Ю. А. Шукейло.– СПб. : Политехника , 2000. — 463 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– Российский журнал биомеханики – <https://vestnik.pstu.ru/biomech/about/inf/>

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.

<http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных:

– Научная электронная библиотека – www.elibrary.ru

– База данных по материаловедению Springer Materials – www.materials.springer.com

– Библиотека журналов издательства John Wiley & Son и др., например, Wiley Online Library – www.onlinelibrary.wiley.com

– Коллекции журналов Sage по естественным, техническим наукам и медицине – www.online.sagepub.com

– Политематическая база данных издательства Elsevier – www.sciencedirect.com.

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Чайковская Татьяна Витальевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры прочности и проектирования физико-технического факультета