

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического факультета
профессор, д.ф.м.-н.

_____ Э.Р. Шрагер

" ____ " _____ 2015 г.

Рабочая программа дисциплины

МЕХАНИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Направление подготовки
15.04.03 — Прикладная механика

Наименование магистерской программы
«Механика биокompозитов, получение и моделирование их структуры и свойств»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Томск–2015

1. Код и наименование дисциплины (модуля)

В.1.9. Механика биологических жидкостей

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина входит в вариативную часть, дисциплины по выбору обучающегося.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения

Дисциплина изучается на первом году обучения, во втором семестре.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть)

Для освоения дисциплины необходимы знания следующих предметов: математический анализ, уравнения математической физики, физика, механика сплошных сред, механика жидкости и газа.

5. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (12 часов – занятия лекционного типа, 24 часов – практические занятия) 144 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, включая 36 часов на подготовку к экзамену.

6. Формат обучения

При обучении используются в основном элементы стандартной традиционной образовательной технологии, в виде лекций, практических занятий и консультаций. Наряду с этим применяются элементы электронного обучения с использованием системы дистанционного обучения Moodle (<http://moodle.tsu.ru>).

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|--|
| ОК-4, II уровень способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно- экспериментальных исследованиях | З (ОК-4) – II Знать основные законы механики жидкостей, применяемые для описания биологических жидкостей. У (ОК-4) – II Уметь применять методы математического моделирования для исследования механики биологических жидкостей. |
| ОК-9, I уровень способность использовать фундаментальные законы природы, законы естественнонаучных дисциплин и механики в | З (ОК-9) – I Знать фундаментальные законы биологии и физики для определения свойств крови и динамики кровообращения. У (ОК-9) – I Уметь использовать законы физики и механики для описания свойств и движения биологических жидкостей в организме человека. |

| | |
|---|--|
| процессе профессиональной деятельности | |
| ПК-1, I уровень способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии | <p>З (ПК-1) – I Знать основные научно-технические проблемы, связанные с описанием механики биологических жидкостей.</p> <p>У (ПК-1) – I Уметь использовать для решения научно-технических проблем, связанных с описанием механики биологических жидкостей, физико-математический аппарат механики жидкости.</p> <p>В (ПК-1) – I В состоянии продемонстрировать навыки владения физико-математический аппаратом и вычислительными методами механики жидкости для решения задач механики биологических жидкостей.</p> |

8. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

Наименование разделов дисциплины и их содержание

Тема 1. Виды биологических жидкостей.

Виды биологических жидкостей и их роль в жизнедеятельности организма человека. Кровь, синовиальная (суставная) жидкость, лимфа, желчь, слизь, моча, выпот, мокрота, спинномозговая жидкость (ликвор), тканевая жидкость, слюна, слезная жидкость, сперма, женское молоко.

Тема 2. Физико-механические свойства жидкости. Вязкость жидкости.

Плотность, удельный вес и удельный объём. Зависимость плотности от давления и температуры. Сжимаемость. Коэффициент объёмного расширения. Вязкость. Коэффициент вязкости. Идеальная и вязкая жидкости. Закон вязкого трения Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

Тема 3 Основные законы движения жидкости.

Движение жидкости по трубе постоянного сечения. Объёмный и массовый расход. Установившиеся течение. Ламинарное течение. Формула Пуазейля. Распределение касательного напряжения

Тема 4. Определение коэффициента вязкости.

Метод Стокса. Метод Оствальда. Метод Гесса. Ротационный метод.

Тема 5. Кровь и ее свойства. Гидродинамика кровообращения.

Свойства крови. Основы гемодинамики Движение крови в сосудистой системе. Пульсовая волна. Работа и мощность сердца. Физические основы клинического метода измерения давления крови. Роль артериального давления и эластичности сосудов. Гидродинамическая модель кровообращения (модель О. Франка).

Тема 6. Свойства и роль синовиальной жидкости.

Синовиальная жидкость и ее функции. Лабораторные методы исследований синовиальной жидкости. Современные возможности имплантатов синовиальной жидкости.

| Наименование разделов и тем | Всего (час.) | Контактная работа (час.) | | | Самостоятельная работа (час.) |
|--|--------------|--------------------------|----------|--------------|-------------------------------|
| | | Лекции | Практика | Консультации | |
| 1. Виды биологических жидкостей. | 12 | 2 | | | 10 |
| 2. Физико-механические свойства жидкости. Вязкость жидкости. | 22 | 2 | 4 | | 16 |
| 3. Основные законы движения жидкости | 22 | 2 | 4 | | 16 |
| 4. Определение коэффициента | 22 | 2 | 4 | | 16 |

| | | | | | |
|---|-----|----|----|--|-----|
| вязкости | | | | | |
| 5. Кровь и ее свойства. Гидродинамика кровообращения | 30 | 2 | 8 | | 20 |
| 6. Свойства и роль синовиальной жидкости | 22 | 2 | 4 | | 16 |
| Индивидуальное задание (Курсовая работа) | 14 | | | | 14 |
| Подготовка к экзамену | 36 | | | | 36 |
| Итого | 180 | 12 | 24 | | 144 |

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю).

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного материала и дополнительного по заданию преподавателя материала из литературы, а также в подготовке и выполнении индивидуальных заданий. Индивидуальные задания готовятся в форме реферата и являются комбинацией общего материала по дисциплине, индивидуального опыта и специфики научно-исследовательского направления обучающегося.

Темы для самостоятельного освоения по основным разделам дисциплины

- 1) Роль лимфы в жизнедеятельности организма.
- 2) Роль температуры в изменении свойств разных биологических жидкостей.
- 3) Различие течений вязкой и идеальной жидкости.
- 4) Методы определения плотности и сжимаемости жидкости.
- 5) Современные проблемы гемодинамики.
- 6) Свойства и роль мочи.

Образец индивидуальных заданий

Представить реферат на тему «Использование физико-механических свойств биологических жидкостей для анализа состояния здоровья организма». Для составления реферата использовать статьи в журналах и в Интернете с обязательной ссылкой на первоисточник в списке литературы.

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена. Итоговый контроль предусматривает ответы на два вопроса из разных разделов теоретического материала.

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 1.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы.
 - а) основная литература:
 1. Виртуальная биомеханика <https://ido.tsu.ru/cd-dvd/0/1551/?page=about>
 2. Лайтхилл Дж. Математическая биогиродинамика. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 395 с.
<http://chamo.lib.tsu.ru/lib/item?id=chamo:536921&theme=system>
<http://shop.rcd.ru/catalog/351/18155/>
 3. Бэтчелор Д. К. Введение в динамику жидкости / Дж. Бэтчелор; пер. с англ. В. П. Вахомчика, И. А. Попова; под ред. Г. Ю. Степанова. – М. : Мир, 1973. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000080313>

4. Федорова В.Н., Фаустов Е.В. Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами : учеб. пособие / В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 592 с.
5. Гидравлика : в 2 т. — Т. 1 : Основы механики жидкостей и газов / В.И. Иванов, И.И. Сазанов, А.Г. Схиртладзе, Г.О. Трифонова. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 192 с.
6. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. — М.: Дрофа, 2003. — 560 с.
7. Ремизов А.Н., Максина А.Г. Сборник задач по медицинской и биологической физике. — М.: Дрофа, 2001. — 192 с.

б) дополнительная литература:

1. Дубровская Л. И. Основы гидромеханики в гидрологии : учебно-методический комплекс / Л. И. Дубровская ; Том. гос. ун-т, [Ин-т дистанционного образования]. — Томск : [ИДО ТГУ], 2012. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000461740>
2. Изучение коэффициентов вязкости жидкости методом Стокса : методические указания для выполнения лабораторной работы / [сост. В. Г. Блинкова] ; Том. гос. ун-т, Физ. фак. — Томск : [Томский государственный университет], 2014. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000469547>
3. Пакет прикладных программ FLUENT для решения задач механики жидкости и газа, тепло- и массопереноса : учебно-методический комплекс / Старченко А. В., Беликов Д. А., Гольдин В. Д., Нутерман Р. Б. ; Том. гос. ун-т, Ин-т дистанционного образования. — Томск : ИДО ТГУ, 2007. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000244165>
4. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А. Тезиография крови и биологических жидкостей / Под ред. А.А. Хадарцева.— Тула: Тульский полиграфист, 2009.— 244 с.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа : учебник для вузов. — М.: Наука, 1987. — 840 с.
6. Самойлов В.О. Медицинская биофизика. — Санкт-Петербург: СпецЛит, 2004. — С. 389-394.
7. Антонов В.Ф., Коржуев А.В. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов. — М.: Издательская группа «Гэотар-Медиа», 2006. — С. 153-164.
8. Антонов В.А., Черныш А.М. Биофизика. — М.: Владос, 2000. — С. 181- 187.
9. Лещенко В.Г., Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика. — Минск: Новое знание, 2011.

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

1. Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами <http://www.studmedlib.ru/book/isbn9785970408308.html> или <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970414231.html>
2. Страницы в Википедии https://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Биологические_жидкости, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гемодинамика>
3. Механика жидкости и газа. Электронная библиотека «EqWorld – Мир математических уравнений» в Институте проблем механики РАН <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/fluid.htm>

- Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости).

При чтении лекций по всем темам активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные с помощью программного приложения Microsoft Power Point, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Использование информационных технологий заключается в том, что студенты осуществляют самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных.

- Описание материально-технической базы.

При изучении дисциплины не требуются специализированные лаборатории, особые приборы, установки, стенды и т.п.

Для проведения лекционных занятий требуются учебные аудитории, обеспеченные мультимедийными средствами для демонстрации презентаций.

Для практических занятий требуется стандартное программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение доступа к глобальной информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Для самостоятельной работы студентам требуется возможность подключения к сети «Интернет».

12. Язык преподавания.

Русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Автор: Смолин Игорь Юрьевич — доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры прочности и проектирования

Рецензент: профессор Кульков С.Н.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета _____ года, протокол № _____.

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП
профессор, д.ф.м.-н.

_____ С.Н. Кульков

" ____ " _____ 2015 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика биологических жидкостей

Направление подготовки
15.04.03 — Прикладная механика

Наименование магистерской программы
«Механика биокompозитов, получение и моделирование их структуры и свойств»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Томск–2015

Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях (ОК-4);
- способность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);
- способность самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4).

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, применяются следующие контрольные задания и иные материалы:

- текущий контроль;
- индивидуальное задание в форме реферата;
- устный или электронный экзамен.

Текущий контроль проводится в течение каждого лекционного или практического занятия путем опроса нескольких студентов по материалам предыдущих занятий, связанных с изучением нового материала или освоением практического материала.

Задания и вопросы для текущего контроля:

- 7) Приведите примеры биологических жидкостей.
- 8) Какие биологические жидкости можно отнести к «мягким веществам»?
- 9) Перечислите основные физико-механические свойства жидкостей.
- 10) Чем характеризуется свойство вязкости?
- 11) К какому классу жидкостей относятся кровь?
- 12) Какое движение называется ламинарным?
- 13) В чем суть метода Стокса для определения вязкости?
- 14) В чем суть метода Оствальда для определения вязкости?
- 15) В чем суть метода Гесса для определения вязкости?
- 16) Что такое пульсовая волна?
- 17) В чем заключается суть метода измерения давления?

Пример индивидуального задания

Представить реферат на тему «Использование физико-механических свойств биологических жидкостей для анализа состояния здоровья организма».

Вопросы для экзамена

1. Виды биологических жидкостей и их роль в жизнедеятельности организма человека.
2. Роль крови в жизнедеятельности организма человека.
3. Физико-механические свойства жидкости и их характеристики.
4. Вязкость жидкостей и её характеристика. Закон вязкого трения Ньютона.
5. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
6. Движение жидкости по трубе постоянного сечения. Объемный и массовый расход.
7. Установившиеся ламинарное течение. Формула Пуазейля.
8. Метод Стокса определение коэффициента вязкости.
9. Метод Оствальда определение коэффициента вязкости.
10. Метод Гесса определение коэффициента вязкости.
11. Ротационный метод определения коэффициента вязкости..

12. Свойства крови. Основы гемодинамики
13. Движение крови в сосудистой системе. Пульсовая волна. Работа и мощность сердца.
14. Физические основы клинического метода измерения давления крови. Роль артериального давления и эластичности сосудов.
15. Гидродинамическая модель кровообращения (модель Франка).
16. Синовиальная жидкость и ее функции. Лабораторные методы исследований синовиальной жидкости.
17. Современные возможности имплантатов синовиальной жидкости.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных к формируемым компетенциям

| Шифр и наименование компетенции | Результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|-----------------------------|
| ОК-4 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях | З (ОК-4) – II Знать основные законы физики и механики твёрдого тела, применяемые для моделирования в биомеханике. | Устный опрос, экзамен |
| | У (ОК-4) – II Уметь применять методы математического и компьютерного моделирования для задач биомеханики. | Контрольная работа, экзамен |
| | В (ОК-4) – II В состоянии продемонстрировать навыки владения методами компьютерного моделирования для задач биомеханики. | Контрольная работа, экзамен |
| ПК-2 способность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности | З (ПК-2) – II Знать современные представления о дискретных подходах к моделированию в механике и физике твёрдого тела. | Устный опрос, экзамен |
| | У (ПК-2) – II Уметь оперировать полученными знаниями для выбора наиболее подходящих методов решения поставленных задач. | Контрольная работа, экзамен |
| | В (ПК-2) – II Владеть навыками постановки и решения различных задач, требующих использования дискретного подхода, а также анализа полученных результатов на основе современных программных средств. | Контрольная работа, экзамен |
| ПК-4 способность самостоятельно осваивать и применять | З (ПК-4) – II Знать современные дискретные методы компьютерного моделирования механического поведения материалов и сред, их основные преимущества и недостатки. | Устный опрос, экзамен |

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач. | У (ПК-4) – II Уметь выбирать соответствующий метод моделирования для решения поставленных задач с целью оптимизации и компьютерного конструирования материалов, проведения расчётов деталей машин и элементов конструкций. | Контрольная работа, экзамен |
| | В (ПК-4) – II Владеть навыками проведения расчётов методами моделирования на основе дискретного подхода. | Контрольная работа, экзамен |

Формальные критерии итоговой оценки результатов обучения:

- текущий контроль – 10 баллов;
- индивидуальное задание в форме реферата – 40 баллов;
- экзамен – 50 баллов.

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