

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 06 » марта 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ **Биомеханика кровеносной системы** _____
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная** _____
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **магистратура** _____
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **144 (4)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **15.04.03 Прикладная механика** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Биомеханика** _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков в области биомеханических процессов системы кровообращения и их структурных элементов, ознакомление с соответствующей терминологией, биомеханическими методами исследований. Основными задачами изучения дисциплины является освоение биомеханических закономерностей функционирования системы кровообращения, применение результатов исследований для развития механики, биологии и медицины, в том числе, для целей диагностики, создания заменителей клапанов сердца и сосудов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

кровь; сосуды; система кровообращения; модели движения крови в элементах кровеносной системы; механические и биологические свойства крови, и сосудов; перистальтика; начально-краевые задачи медицинской биомеханики

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-1ПК-1.4	знание основных уравнений механики жидкости для описания течения крови в различных элементах системы кровообращения; основных методо-во и современных проблем биомеханики крови как неньютоновской жидкости; основных определяющих соотношений, описывающих механику течения крови с учетом влияния движения стенок кровеносных сосудов, основных реологических моделей, описывающих течение крови и лимфы в сосудах человека, методов математического моделирования течения крови и поведения кровеносных сосудов; технологий их компьютерной реализации	Знает основные методы анато-мо-физиологических исследований человеческого организма, его органов и систем; участвовать в работах по исследованию физико-механических свойств биоматериалов и их заменителей; современные математические и биомеханические модели живых структур, определяющие соотношения для живых тканей с учётом ростовых деформаций и адаптационной способности.	Тест
ПК-1.4	ИД-2ПК-1.4	умение осуществлять математическую постановку задачи вычислительной гидродинамики течения крови с учетом влияния стенок сосуда и стента с памятью формы, умение выбрать и реализовать метод решения;	Умеет самостоятельно выполнять научные исследования в области биомеханики и биомедицинской инженерии, включая анато-мо-физиологические исследования человеческого организма, его органов и систем, а также физико-механические свойства биоматериалов и их заменителей; разрабатывать, адаптировать и анализировать математические и биомеханические модели живых структур, определяющие соотношения для живых тканей.	Отчет по практике

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.4	ИД-3ПК-1.4	владение навыками решения задач биомеханики крови с применением программных систем компьютерного моделирования и компьютерного инжиниринга на основе метода конечных элементов; составления и решения дифференциальных уравнений движения крови; применения программных средств, позволяющих создавать и производить моделирование течения крови в сосудах	Владеет навыками проведения анатомо-физиологических исследований человеческого организма, его органов и систем, работ по исследованию физико-механических свойств биоматериалов и их заменителей; владеет навыками создания, адаптации и анализа математических и биомеханических моделей живых структур, а также определяющих соотношений для живых тканей с учётом ростовых деформаций и адаптационной способности.	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Основные понятия из анатомии кровеносной системы	4	0	5	15
Основные понятия и анатомия системы кровообращения. Строение кровеносной системы. Аорта. Вена. Капилляры. Сердце. Состав крови. Большой и малый круги кровообращения.				
Реология крови	4	0	5	15
Модели, описывающие реологию крови. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Модель Кассона. Гематокрит. Уравнения Навье-Стокса для описания течения крови. Течение крови в крупных сосудах как в коллапсирующих трубках. Асимптотика и устойчивость. Tube law.				
Математические модели и определяющие соотношения для описания механического поведения сосудов	4	0	5	15
Вязкоупругие модели. Гиперупругие модели. Гипоупругие модели. Анатомия сосудов гемодинамического русла. Медиа. Адвентиция. Интима. Waviness. Распределение коллагеновых волокон. Методы определения параметров определяющих соотношений. Течение крови в сосудах с учётом распространения волны. Перистальтическое течение крови. Экспериментальное исследование скорости распространения волны.				
Изучение навыков работы с программным обеспечением ANSYS CFX.	4	0	12	18
Изучение навыков работы с программным обеспечением ANSYS CFX.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Численное моделирование неустойчивого течения крови в двумерном коллапсирующем сосуде
2	Влияние толщины стенки, осевой деформации и граничных условий на зависимость «давление – площадь сечения» в коллапсирующих трубках
3	Влияние стеноза на движение стенки – численный анализ возможного механизма развития ишемической болезни

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Численное моделирование ньютоновской и неньютоновской моделей крови для графтового анастомоза дистального конца
5	Влияние неньютоновских свойств крови на течение в бифуркации сонной артерии
6	Зависимость давление – скорость жидкости в коллапсирующих трубках

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Построение модели кровеносного сосуда по КТ снимкам
2	Решение задачи о течении крови в сосуде со стенозом с учётом взаимодействия жидкость - твердое тело.
3	Решение задачи о течении крови в сосуде с установленным стентом с памятью формы

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Няшин Ю. И. Основы биомеханики : учебное пособие / Ю. И. Няшин, В. А. Лохов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	71
2	Парашин В.Б. Биомеханика кровообращения : учеб. пособие для вузов / В.Б.Парашин, Г.П.Иткин. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.	5
3	Экспериментальные методы в биомеханике : учебное пособие / Ю. И. Няшин [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	71
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Fung Y. C. Biomechanics. Mechanical Properties of Living Tissues / Y. C. Fung. - New York: Springer-Verl., 1993.	2
2	Modeling of Physiological Flows / Ed. by D. Ambrosi. - Milano: Springer-Verlag, 2012.	1
3	The World of Nano-Biomechanics. Mechanical Imaging and Measurement by Atomic Force Microscopy / A. Ikai [it el.]. - Amsterdam: Elsevier, 2008.	1
2.2. Периодические издания		
1	Российский журнал биомеханики / Российская академия наук, Уральское отделение ; Пермский научный центр ; Российская академия медицинских наук ; Пермский край. Администрация ; Пермский государственный технический университет ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Ю. И. Няшина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1997 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Няшин Ю. И. Основы биомеханики : учебное пособие для вузов / Ю. И. Няшин, В. А. Лохов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=835	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Экспериментальные методы в биомеханике : учебное пособие / Ю. И. Няшин [и др.]. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=376	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Компьютер в комплекте	7
Лекция	Мультимедиа комплект в составе: ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	Компьютер в комплекте	7

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
