

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_\_" 20\_\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Гемодинамика Б1.В.ДВ.02.02

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Биомеханика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Балтина Т.В.

Рецензент(ы): Султанов Л.У.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Ситдикова Г. Ф.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_ от "\_\_\_" 20\_\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК № \_\_\_ от "\_\_\_" 20\_\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Балтина Т.В. (кафедра физиологии человека и животных, Центр биологии и педагогического образования), Tanya.Babynina@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	способностью публично представить собственные новые научные результаты
ПК-5	способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах
ПК-8	способностью различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах

способностью различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории

способностью публично представить собственные новые научные результаты

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.03 "Механика и математическое моделирование (Биомеханика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие принципы гидродинамики.	3	4	4	0	16
2.	Тема 2. Сердце как насос.	3	2	2	0	16
3.	Тема 3. Энергетика кровообращения.	3	2	2	0	16

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Математические модели гемодинамики	3	10	10	0	24
	Итого		18	18	0	72

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Общие принципы гидродинамики.

Особенности кровообращения в различных участках сосудистого русла. Физические основы гемодинамики. Морфо-функциональная классификация кровеносных сосудов. Объемная скорость кровотока. Факторы, о которых она зависит. Линейная скорость кровотока. Скорость в артериях, капиллярах, венах. Время полного кругооборота крови. Значение эластичности сосудов для кровотока. Сопротивление сосудов. Факторы, влияющие на его величину. Общее периферическое сопротивление. Давление крови в разных отделах сосудистого русла. Артериальное давление. Факторы, влияющие на его величину. Основные показатели артериального давления: систолическое, диастолическое, пульсовое и среднее гемодинамическое давление. Методы регистрации артериального давления. Артериальный пульс, его происхождение, характеристика пульса, регистрация. Сфигмография, скорость распространения пульсовой волны. Флебография. Понятие о сосудистом тонусе, его виды. Базальный тонус, его происхождение. Иннервация сосудов. Сосудосуживающие нервы. Нейрогенные механизмы вазодилатации. Сосудодвигательный центр, его структура и функции.

Рефлексогенные зоны и депрессорные рефлексы. Собственные и сопряженные рефлексы сердечно-сосудистой системы. Гуморальная регуляция сосудистого тонуса. Регионарный кровоток. Механизмы регуляции. Особенности коронарного, мозгового кровотоков, кровообращения в малом круге.

### Тема 2. Сердце как насос.

Ударный и минутный объемы сердца. Особенности движения крови в сердце. Насосная функция сердца. Методы функциональной диагностики. Электрокардиограмма (ЭКГ). Суточное мониторирование электрокардиограммы у человека. Фонокардиограмма. Суточное мониторирование артериального давления. Стress-эхокардиография.

### Тема 3. Энергетика кровообращения.

Должные величины гемодинамики. Структурный анализ движущейся крови. Динамика кровотока и энергетика эритроцитов. Геометрия кровотока. Ориентировочные скорости и режимы кровотока в сосудах разного диаметра. Ориентированное распределение скоростей кровотока по поперечному сечению сосудов. Ориентация эритроцитов по ортогональному сечению кровеносного сосуда. Гидродинамические силы, действующие на эритроциты в потоке движущейся крови. Геометрия ламинарного движения. Геометрия турбулентного движения.

### Тема 4. Математические модели гемодинамики

Математические модели элементов системы кровообращения. Уравнения гемодинамики в квази одномерном приближении. Эффективные сосуды. Математические модели сердца. Формальное описание сердечно-сосудистой системы в целом. Математическая модель переноса веществ по графу сосудов. Численное решение уравнений гемодинамики на графе сердечно-сосудистой системы.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Введение в физиологию - <https://opendu.ru/course/sphu/INTBOP/>

Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

Портал физиологии -

— портал физиологии —  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BB%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

## **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Презентация	ПК-3 , ПК-8 , ПК-5	1. Общие принципы гидродинамики. 2. Сердце как насос. 3. Энергетика кровообращения.
2	Контрольная работа	ПК-8 , ПК-5 , ПК-3	1. Общие принципы гидродинамики. 3. Энергетика кровообращения.
3	Отчет	ПК-8 , ПК-5 , ПК-3	2. Сердце как насос.
4	Письменное домашнее задание	ПК-8 , ПК-5 , ПК-3	4. Математические модели гемодинамики
	<b>Экзамен</b>	ПК-3, ПК-5, ПК-8	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап	
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.		
<b>Семестр 3</b>						
<b>Текущий контроль</b>						

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Использованы надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Использованы надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Использованы надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Использованные источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Использованные источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	3
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	4

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### Семестр 3

#### Текущий контроль

##### 1. Презентация

Темы 1, 2, 3

Подготовка презентаций по заранее избранной теме.

1. Основные уравнения гидродинамики.
2. Факторы, определяющие величину гидростатического давления.
3. Факторы, определяющие величину гидростатического сопротивления.
4. Законы гемодинамики.
5. Особенности движения крови в сердце.
6. Особенности движения крови в венах.
7. Насосная функция сердца.
8. Работа сердца.
9. Ориентировочные скорости и режимы кровотока в сосудах разного диаметра.
10. Ориентировочное распределение скоростей кровотока по поперечному сечению сосудов.
11. Ориентация эритроцитов по ортогональному сечению кровеносного сосуда.
12. Гидродинамические силы, действующие на эритроциты в потоке движущейся крови.
13. Геометрия ламинарного движения.
14. Геометрия турбулентного движения.

##### 2. Контрольная работа

Темы 1, 3

1. Как изменяется скорость пульсовой волны при старении человека?

2. Из уравнения Пуазейля следует, что объёмная скорость кровотока значительно зависит от радиуса сосуда. Она пропорциональна четвёртой степени радиуса. Чем объяснить столь высокую зависимость?
3. На ЭКГ отмечено раздвоение зубца ?R?. О чём это говорит?
4. Тренировочная нагрузка в виде бега на дистанцию 800 м выполнялась двумя здоровыми мужчинами. Один из них был спортсменом, другой спортом не занимался. За счет чего изменяется минутный объём сердца (МОС) у спортсмена и слабо физически тренированного человека?
5. После физической нагрузки у 2-х студентов отмечалось повышение АД. У одного из них давление вернулось к норме через две минуты, у другого ? через 15 мин. Объясните механизм повышения и стабилизации АД после нагрузки. Оцените состояние здоровья первого и второго студента по данным показателям.
6. На ФКГ у больного обнаружено ослабление I тона на верхушке в основном за счет клапанного компонента, систолический шум убывающего характера и акцент II тона на легочной артерии. Подумайте, с изменением какой анатомической структуры сердца могут быть связаны вышеуказанные симптомы.

### **3. Отчет**

#### **Тема 2**

Практическая работа №1. ЭКГ ? метод регистрации электрической активности сердца. Цель работы: Ознакомиться с регистрацией электрической активности сердца и научиться основам регистрации ЭКГ по стандартным отведениям.

После выполнения практической работы студент сдает отчет.

### **4. Письменное домашнее задание**

#### **Тема 4**

Математические модели элементов системы кровообращения. Уравнения гемодинамики в квази одномерном приближении. Эффективные сосуды. Математические модели сердца. Формальное описание сердечно-сосудистой системы в целом. Математическая модель переноса веществ по графу сосудов. Численное решение уравнений гемодинамики на графе сердечно-сосудистой системы.

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Морфо-функциональная классификация кровеносных сосудов.
2. Объемная скорость кровотока. Факторы, о которых она зависит.
3. Линейная скорость кровотока. Скорость в артериях, капиллярах, венах.
4. Время полного кругооборота крови. Значение эластичности сосудов для кровотока.
5. Сопротивление сосудов. Факторы, влияющие на его величину.
6. Общее периферическое сопротивление.
7. Давление крови в разных отделах сосудистого русла.
8. Артериальное давление. Факторы, влияющие на его величину.
9. Основные показатели артериального давления: систолическое, диастолическое, пульсовое и среднее гемодинамическое давление.
10. Методы регистрации артериального давления.
11. Артериальный пульс, его происхождение, характеристика пульса, регистрация.
12. Сфигмография, скорость распространения пульсовой волны.
13. Флебография.
14. Понятие о сосудистом тонусе, его виды. Базальный тонус, его происхождение.
15. Иннервация сосудов. Сосудосуживающие нервы. Нейрогенные механизмы вазодилатации.
16. Сосудодвигательный центр, его структура и функции.
17. Рефлексогенные зоны и депрессорные рефлексы. Собственные и сопряженные рефлексы сердечно-сосудистой системы.
18. Гуморальная регуляция сосудистого тонуса.
19. Регионарный кровоток. Механизмы регуляции. Особенности коронарного, мозгового кровотоков, кровообращения в малом круге.
20. Основные уравнения гидродинамики.
21. Факторы, определяющие величину гидростатического давления.
22. Факторы, определяющие величину гидростатического сопротивления.
23. Законы гемодинамики.
24. Особенности движения крови в сердце.
25. Особенности движения крови в венах.
26. Насосная функция сердца.
27. Работа сердца.
28. Ориентировочные скорости и режимы кровотока в сосудах разного диаметра.
29. Ориентировочное распределение скоростей кровотока по поперечно-му сечению сосудов.
30. Ориентация эритроцитов по ортогональному сечению кровеносного сосуда.

32. Гидродинамические силы, действующие на эритроциты в потоке движущейся крови.  
 33. Геометрия ламинарного движения.  
 34. Геометрия турбулентного движения.

**6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	3	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	4	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

**7.1 Основная литература:**

1. Физиология : учеб. пособие / Ю.Н. Самко. ? М. : ИНФРА-М, 2019. ? 144 с. ? (Высшее образование). ? [www.dx.doi.org/10.12737/3416](http://www.dx.doi.org/10.12737/3416). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1010793>.
2. Медицинская и биологическая физика : учеб. пособие / В.Г. Лещенко, Г.К. Ильич. ? Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. ? 552 с. : ил. ? (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/766789>

3. Кудрявцев, Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т.1. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной. Ряды: Учебник [Электронный ресурс] : учеб. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2015. ? 444 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/71994/#1>

4. Тер-Крикоров, А.М. Курс математического анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.М. Тер-Крикоров, М.И. Шабунин. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 675 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/84098/#1>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Андрианов, В.В. ГЕМОДИНАМИКА И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ НАПРЯЖЕННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ РЕШЕНИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ УЧЕБНЫХ ТЕСТОВ [Электронный ресурс] // В.В Андрианов, Н.А.Василюк, Е. В Бирюкова / Современные проблемы системной регуляции физиологических функций. Материалы Конференции. - М.: ФГБНУ 'НИИНФ им. П.К. Анохина', 2015. - с. 50-53. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=529202>

2. Мамалыга М.Л. Применение инновационных технологий для комплексной оценки гемодинамики при изучении взаимообусловленных физиологических процессов в мозге и сердце: Научные и учебно методические рекомендации /М.Л. Мамалыга - М.:Прометей, 2015. - 124 с. ISBN 978-5-9906264-2-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/557413>

3. Патологическая физиология : учебник / С.О. Берсудский, Г.Н. Маслякова, В.М. Моргунова [и др.] ; под ред. С.О. Берсудского. ? М. : ИНФРА-М, 2018. ? 639 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. ? (Высшее образование: Специалитет). ? [www.dx.doi.org/10.12737/16363](http://www.dx.doi.org/10.12737/16363). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/917799>

4. Биомеханика. Основные понятия. Эндопротезирование тканей и органов/БеликК.Д., ПельА.Н. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 104 с.: ISBN 978-5-7782-2523-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/546261>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Биофизика. Открытый учебник - <http://build.molpit.org/pub/biophysics/tutorial.pdf>

Электронная библиотека учебников - <http://studentam.net/content/view/848/113/>

Электронная научная библиотека - <https://elibrary.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Каждая лекция в ВУЗе должна:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) иметь четкую структуру и логику раскрытия последовательно излагаемых вопросов (понятийная линия лекции);</li><li>иметь твердый теоретический и методический стержень, важную проблему;</li><li>иметь заключенный характер освещения определенной темы (проблемы), тесную связь с предыдущим материалом;</li><li>быть доказательной и аргументированной, содержать достаточное количество ярких и убедительных примеров, фактов, обоснований, иметь четко выраженную связь с практикой;</li><li>быть проблемной, раскрывать противоречия и указывать пути их решения, ставить перед обучающимися вопросы для размышления;</li><li>обладать силой логической аргументации и вызывать у студентов необходимый интерес, давать направление для самостоятельной работы;</li><li>находиться на современном уровне развития науки и техники, содержать прогноз их развития на ближайшие годы;</li><li>отражать методическую обработку материала (выделение главных мыслей и положений, подчеркивание выводов, повторение их в различных формулировках);</li><li>быть наглядной, сочетаться по возможности с демонстрацией аудиовизуальных материалов, макетов, моделей и образцов;</li><li>излагаться четким и ясным языком, содержать разъяснение всех вновь вводимых терминов и понятий;</li><li>быть доступной для восприятия данной аудиторией.</li></ul>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Перед выполнением практических работ необходимо ознакомиться с методическими рекомендациями для студента по каждой теме, где указываются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- цель выполняемой работы, - знания и умения, которые получит студент в ходе выполнения практической работы;</li> <li>- основные термины по теме исследования,</li> <li>- указания к оформлению работы.</li> </ul> <p>Рекомендуется следующую последовательность выполнения заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучите теоретическую часть с определениями основных понятий,</li> <li>- выполните практические работы на занятии.</li> </ul>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа включает 2 этапа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 этап - организационный;</li> <li>2 этап - закрепление и углубление теоретических знаний.</li> </ol> <p>На первом этапе обучающийся планирует свою самостоятельную работу, которая включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уяснение задания на самостоятельную работу;</li> <li>- подбор рекомендованной литературы;</li> <li>- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.</li> </ul> <p>Второй этап включает непосредственную подготовку обучающегося к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы и других рекомендованных источников информации. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованными источниками информации обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы обучающийся должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.</p> <p>При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.</p>
презентация	<p>Подготовка презентации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. План - разработать план домашней или творческой работы, составить индивидуальную программу занятий по дисциплине.</li> <li>2. Выступление - составить показательное выступление, соревнование, концерт, викторину, кроссворд, занятие.</li> <li>3. Рефлексия - осознать свою деятельность (речь, письмо, чтение, вычисления, размышления) на протяжении определенного отрезка времени. Вывести правила и закономерности этой деятельности.</li> <li>4. Оценка - написать рецензию на текст, фильм, работу другого студента, подготовить самооценку (качественную характеристику) своей работы по определенной теме за определенный период.</li> </ol> <p>Примерный список тем домашнего творческого задания представлен в программе дисциплины. Студенту целесообразно выделить в рамках выбранной темы проблемную зону, постараться самостоятельно ее изучить и творчески подойти к результатам представления полученных результатов.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
контрольная работа	<p>Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента. Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначеннной для самостоятельного изучения. Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;</li> <li>2. выработка навыков самостоятельной работы;</li> <li>3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.</li> </ol> <p>Контрольные выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тема контрольной работы известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу.</p> <p>Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.</p> <p>Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.</p>
отчет	<p>Отчет о проведенной работе оформляется в тетради. Необходимо придерживаться плана:</p> <p>Описание цели работы.</p> <p>Предоставление кратких теоретических сведений.</p> <p>Описание технического оснащения и методики проведения эксперимента.</p> <p>Полученные в ходе проведения эксперимента результаты.</p> <p>Анализ данных, полученных в ходе проведения эксперимента.</p> <p>Подведение итогов.</p> <p>Порядок сдачи отчета:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- напишите отчет о проделанной работе по указанной форме,</li> <li>- просмотрите рекомендованные видеоматериалы и презентации,</li> <li>- выполните задания самостоятельной работы,</li> <li>- ответьте на вопросы самоконтроля знания</li> </ul>
письменное домашнее задание	<p>В ходе выполнения домашнего задания стоит ознакомится с конспектами практического материала. Обращать внимание на приемы, методы, анализ, получаемых результатов. Желательно оставить поля в конспектах по практических занятиям, на которых делать необходимые пометки, дополняющие материал практического занятия. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения практических навыков, разрешения спорных ситуаций.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Подготовка обучающихся должна включать следующие стадии: работа в течение учебного года (семестра); непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену; подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете. Подготовку к экзамену рекомендуется начинать с планирования и подбора соответствующих актуальных источников литературы. Литература для подготовки обычно рекомендуется преподавателем и может быть указана в программе курса и учебно-методических пособиях. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников (учебных пособий). Основным источником подготовки к экзамену являются лекции. Правильно составленный конспект лекций содержит тот оптимальный объем информации, на основе которого обучающийся сможет представить себе весь учебный материал. Следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к экзамену, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом должен являться самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на программные вопросы, выносимые на экзамен. Ответы на наиболее сложные вопросы можно законспектировать в виде тезисов. Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других. Подготовка к зачету должна сочетать и запоминание, и понимание материала. При подготовке рекомендуется обсуждение программных вопросов с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях. При наличии в разных источниках нескольких точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от позиции преподавателя) обучающийся вправе придерживаться любой, но при условии достаточной научной аргументации и знания альтернативных теорий. Для обучающихся, которые считают, что они в течении учебного года (семестра) усвоили программный материал в полном объеме и уверены в прочности своих знаний, достаточно беглого повторения учебного материала. Основное время они могут уделить углубленному изучению отдельных, наиболее сложных, дискуссионных проблем</p>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Гемодинамика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полноту соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Гемодинамика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Биомеханика .