

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол №5 от «12» января 2022 г.

Зав. кафедрой  / Балапанов М.Х.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
**«Терапия воздействия физических факторов (лучевая терапия,
магнитотерапия, звуковая терапия)»**

Факультатив,

Направление подготовки
03.03.02 Физика

Направленность подготовки
Медицинская физика
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация
Бакалавр
(указывается квалификация)

<p>Разработчики (составители)</p> <p><u>к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики</u> (должность, ученая степень, ученое звание)</p>	<p> / <u>Гирфанова Ф.М.</u> (подпись, Фамилия И.О.)</p>
---	---

Для приема: 2022

Уфа 2022 г.

Составитель: доцент Гирфанова Ф.М.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры общей физики №5 от «12» января 2022 г

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры общей физики: актуализированы обязательная и дополнительная литература протокол № 9 от «28» июня 2022 г.

Заведующий кафедрой

___  ___ / Балапанов М.Х. Ф.И.О/

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы.	5
3.	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5 (17)
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине	5
4.1.	Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	5
4.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	7
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные систем.	18
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Категория (группа) компетенций ¹ (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-4 Способен осуществлять технический контроль, настройку и эксплуатацию лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	ПК-4.1 Знать способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	1) Знать теоретические основы и принципы работы настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники 2) регламент и правила технического контроля
		ПК-4.1 Уметь применять методы и способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	1) применять методики настройки и эксплуатации всех видов медицинского оборудования

¹ Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

		ПК-4.1 Владеть способами осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	владеть навыками работы и технического контроля всех видов медицинского оборудования
--	--	--	--

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина ФТД.3 «Терапия воздействием физических факторов (лучевая терапия, магнитотерапия, звуковая терапия)» является факультативной дисциплиной, согласно ФГОС 3+ и ОП ВО по направлению 03.03.02. «Физика».

Для изучения дисциплины «Терапия воздействием физических факторов (лучевая терапия, магнитотерапия, звуковая терапия)» необходимо знание следующих разделов курсов общей физики: механики, молекулярной физики, электричество и магнетизма, оптики, атомной физики, физики атома и атомного ядра. Студенты должны владеть основными законами и понятиями этих разделов, а также обладать знаниями в области радиофизики и электроники.

Освоение этой дисциплины необходимо для дальнейшего изучения специальных дисциплин профиля «Медицинской физики» («Физические основы томографии», «Радиационная физика», «Основы интроскопии», «Медицинские приборы, аппараты, системы», «Физические основы использования лазеров и оптических источников света в медицине», «Ультразвук в медицине»).

По окончании изучения дисциплины «Терапия воздействием физических факторов (лучевая терапия, магнитотерапия, звуковая терапия)» студент должен знать основные физические явления и методы, используемые в физиотерапии, устройство и принцип работы приборов, применяемых при диагностике и лечении заболеваний. Студент должен быть ознакомлен с получением и применением новых материалов в медицине.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) Приложение № 1

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Не зачтено»	«Зачтено»
		Студент набрал от 0 –до 59 баллов	Студент набрал от 60 – до 100 баллов
ПК-4.1 Знать способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	1)Знать теоретические основы и принципы работынастройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники 2)регламент и правила технического контроля	Студент не знает или знает с грубыми ошибками: способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	Студент знает способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники
ПК-4.1 Уметь применять методы и способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации и лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	1)применять методики настройки и эксплуатации всех видов медицинского оборудования	Не показывает сформированные уменияспособы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	Умеетприменятьспособы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники

ПК-4.1 Владеть способами осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	владеть навыками работы и технического контроля всех видов медицинского оборудования	Не способен использовать способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	Владеет навыками использования способов осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники
--	--	---	--

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ПК-4.1 Знать способы осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	1)Знать теоретические основы и принципы работынастройки и эксплуатации лечебного, диагностического и эксперименталь-ного оборудования, устройств медицинской электроники 2)регламент и правила технического контроля	Письменные работы № 1, 2, Коллоквиумы № 1,2 Выполнение и защита лабораторных работ 1, 2, 3, 4
ПК-4.1 Уметь применять методы и способыосуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств	1)применять методики настройки и эксплуатации всех видов медицинского оборудования	

медицинской электроники		
ПК-4.1 Владеть способами осуществления технического контроля, настройки и эксплуатации лечебного, диагностического и экспериментального оборудования, устройств медицинской электроники	владеть навыками работы и технического контроля всех видов медицинского оборудования	

Зачет (устный опрос)

Структура устного опроса:

Устный опрос состоит из двух теоретических вопросов, на которые студент должен в течение 60 минут дать в устном виде или в письменном виде развернутый ответ.

Вопросы для зачета:

1. Механизмы действия физических факторов.
2. Теоретические основы лечебного использования физических факторов.
3. Физические основы лучевой терапии.
4. Виды и свойства ионизирующих излучений. Корпускулярные ионизирующие излучения Фотонные ионизирующие излучения.
5. Дозиметрическая оценка поглощения энергии излучения. Распределение доз в теле человека при использовании разных видов ионизирующего излучения.
6. Биологические основы лучевой терапии. Биологическое действие ионизирующего излучения
7. Физические и радиобиологические основы лучевого лечения злокачественных опухолей
8. Основные способы облучения пациента (дистанционные, контактные). Содержание плана лучевого лечения. Подготовка и ведение больных в процессе курса лучевой терапии.
9. Показания и противопоказания к лучевой терапии неопухолевых заболеваний.
10. Неионизирующие излучения. Виды. Действие неионизирующих излучений на организм человека
11. Определение магнитотерапии, виды и механизм действия магнитных полей. Магнитотерапевтическое оборудование
12. Звуковая терапия. Что такое звук? Применение звуковой терапии в медицине. Физические характеристики звука: природа, частота
13. Виды звуковой терапии: инфразвук, звук, ультразвук
14. Физические основы ультразвуковой терапии. Механизмы действия ультразвука
15. Методика проведения процедур ультразвуковой терапии
16. Медицинская аппаратура, работающая на основе ультразвуковой терапии. Способы использования: диагностика и лечение
17. Обеспечение безопасности пациентов и персонала. Обеспечение требований охраны труда

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на экзамене.

За работу в семестре студент получает от 60-100 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за результаты участия в олимпиаде студентов по общей физике. Для получения зачета студент должен набрать в семестре не менее 60 баллов.

- зачтено – 60-110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- не зачтено - 0-59 баллов;

Критерии оценивания ответа на зачете:

Критерии оценки (в баллах):

– **18-20 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы;

– **13-17 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности;

– **7-12баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос;

– **1-6 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Письменная контрольная работа № 1

- 1.История развития терапии физических факторов
- 2.Виды физических факторов воздействующих на организм.
3. Виды и свойства ионизирующих излучений
4. Распределение доз в теле человека при использовании разных видов ионизирующего излучения.
- 5.Что такое МРТ ? Принцип действия.
- 6.Воздействие излучения от компьютеров на организм человека.

Критерии оценивания письменной контрольной работы № 1.

Письменная контрольная работа содержит 1:

- 10-15 баллов выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на вопрос, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопрос.
- 5-9 баллов выставляется студенту, если при ответе на вопрос допущена незначительная ошибка или при правильном ответе допущена не принципиальная ошибка;
- 1-5 баллов выставляется студенту, допущена принципиальная ошибка в ответе, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе.

Письменная контрольная работа № 2

1. Определение магнитотерапии.
2. Что такое звук ? Применение звуковой терапии в медицине.
3. Магнитотерапевтическое оборудование
4. Механизмы действия ультразвука
5. Что такое шум ? Критерии оценивания шума и его воздействие на человека.
6. Методика проведения процедур ультразвуковой терапии
7. Медицинская аппаратура, работающая на основе ультразвуковой терапия.
8. Причина запрета магнитотерапии в некоторых странах.
9. Физические характеристики звука: природа, частота

Критерии оценивания письменной контрольной работы № 2.

Письменная контрольная работа содержит 3 вопроса (1 вопрос оценивается 0-5 баллов):

- 5 баллов выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на вопрос, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопрос.
- 4 баллов выставляется студенту, если при ответе на вопрос допущена незначительная ошибка или при правильном ответе допущена не принципиальная ошибка;
- 1-3 баллов выставляется студенту, допущена принципиальная ошибка в ответе, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе.

1. Коллоквиум № 1 (вопросы)

1. Механизмы действия физических факторов.
2. Теоретические основы лечебного использования физических факторов.
3. Физические основы лучевой терапии.

4. Виды и свойства ионизирующих излучений. Корпускулярные ионизирующие излучения Фотонные ионизирующие излучения.

5. Дозиметрическая оценка поглощения энергии излучения. Распределение доз в теле человека при использовании разных видов ионизирующего излучения.

6. Биологические основы лучевой терапии. Биологическое действие ионизирующего излучения

7. Физические и радиобиологические основы лучевого лечения злокачественных опухолей

8. Неионизирующие излучения. Виды. Действие неионизирующих излучений на организм человека

Критерии оценивания коллоквиума № 1.

Коллоквиум содержит 2 вопроса (1 вопрос оценивается 0-10 баллов):

- 9-10 баллов выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на вопрос, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопрос.

- 5-8 баллов выставляется студенту, если при ответе на вопрос допущена незначительная ошибка или при правильном ответе допущена не принципиальная ошибка;

- 1-5 баллов выставляется студенту, допущена принципиальная ошибка в ответе, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа;

0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе.

2. Коллоквиум № 2 (вопросы)

1. Определение магнитотерапии, виды и механизм действия магнитных полей. Магнитотерапевтическое оборудование

2. Звуковая терапия. Что такое звук? Применение звуковой терапии в медицине. Физические характеристики звука: природа, частота

3. Виды звуковой терапии: инфразвук, звук, ультразвук

4. Физические основы ультразвуковой терапии. Механизмы действия ультразвука

5. Методика проведения процедур ультразвуковой терапии

6. Медицинская аппаратура, работающая на основе ультразвуковой терапии. Способы использования: диагностика и лечение.

7. Обеспечение безопасности пациентов и персонала. Обеспечение требований охраны труда

Критерии оценивания коллоквиума № 2.

Коллоквиум содержит 2 вопроса (1 вопрос оценивается 0-10 баллов):

- 9-10 баллов выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на вопрос, продемонстрировал знание формул,

терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопрос.

- 5-8 баллов выставляется студенту, если при ответе на вопрос допущена незначительная ошибка или при правильном ответе допущена непринципиальная ошибка;

- 1-5 баллов выставляется студенту, допущена принципиальная ошибка в ответе, но присутствуют правильные рассуждения и действия, направленные на получение ответа;

0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе.

Перечень лабораторных работ:

- 1.Лабораторная работа 1 «Определение вязкости жидкости с помощью капиллярного вискозиметра»
- 2.Лабораторная работа 2 «Изучение работы поляриметра»
3. Лабораторная работа 3 «Определение длины волны лазерного излучения с помощью дифракционной решетки»
4. Лабораторная работа 4 «Изучение аппарата для увч—терапии»

Образец лабораторной работы:

Лабораторная работа №1

«Определение вязкости жидкости с помощью капиллярного вискозиметра»

Цель работы:

- 1.Овладеть методом определения вязкости жидкости с помощью капиллярного вискозиметра Оствальда.
- 2.Исследовать зависимость вязкости раствора от его концентрации.

Приборы и принадлежности: капиллярный вискозиметр, секундомер, термометр, исследуемые растворы.

Краткая теория

Вязкость биологических жидкостей (крови, лимфы, ликвора и др.)зависит от физиологического состояния организма и изменяется при патологии. Так, повышение вязкости крови происходит при ишемической болезни сердца, инфаркте миокарда, гипертонической болезни, сахарном диабете и других заболеваниях. Знание вязкости крови позволяет оценить степень нагрузки на сердечно-сосудистую систему пациента. Определение вязкости имеет важное значение и широко применяется в медицине:

- в клинической диагностике: измерение вязкости крови с помощью вискозиметров, оценка скорости оседания эритроцитов (СОЭ) (учитывают также агрегацию эритроцитов);

- в судебной медицине (используют зависимость вязкости крови от возраста и пола);
- в медицинских исследованиях: определяется вязкость (микровязкость) цитоплазмы клетки. Она зависит от структуры составляющих ее биополимеров и субклеточных образований, от периода клеточного цикла, от температуры, от интенсивности различных внешних воздействий (например, радиоактивного облучения).

Теоретическая часть

Способность реальных жидкостей оказывать сопротивление движению в них тел или собственному течению за счет сил межмолекулярного взаимодействия называется **внутренним трением или вязкостью жидкости**. Это явление наиболее наглядно в случае течения жидкости между двумя твердыми пластинами, когда верхняя пластина равномерно движется параллельно нижней неподвижной пластине (рис.1).

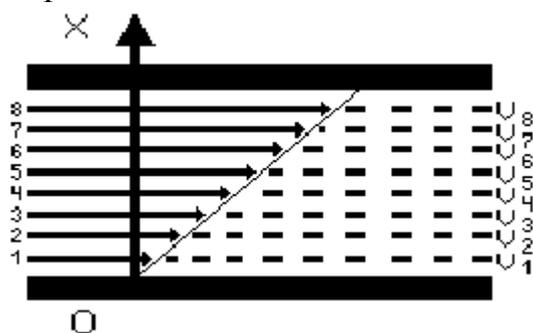


Рис. 1. Диаграмма скоростей слоев жидкости, подчиняющейся формуле Ньютона.

Благодаря межмолекулярному взаимодействию верхний слой жидкости будет иметь скорость, равную скорости верхней пластины v_b , а самый нижний слой будет неподвижным ($v=0$). Промежуточные

слои за счет силы внутреннего трения (между ними) будут иметь промежуточные значения скорости ($0 < v < v_b$). Если изменение скорости слоев с расстоянием линейно, то величина силы внутреннего трения $F_{тр}$ определяется **уравнением Ньютона**:

$$F_{тр} = \eta \frac{dv}{dx} S, \quad (1)$$

где η - коэффициент внутреннего трения или **динамическая вязкость** (зависит от природы вещества и условий измерений), $\frac{dv}{dx}$ - **градиент скорости** (характеризует изменение скорости между слоями с расстоянием в направлении перпендикулярном скорости), S - площадь соприкосновения слоев.

Графически это течение жидкости представлено на рис. 1. Такие жидкости называются **ньютоновскими**. Коэффициент вязкости таких сред зависит от их природы, температуры (с повышением температуры он понижается), и от давления при низких температурах. К ньютоновским жидкостям относятся вода, низкомолекулярные органические соединения, истинные расплавы металлов и их солей.

Если жидкость имеет сложное строение и содержит крупные молекулы (например, растворы полимеров, белков), то они обладают повышенной вязкостью, так как, кроме преодоления отмеченной силы межмолекулярного взаимодействия, работа внешних сил затрачивается также на разрушение создаваемых группами молекул пространственных структур. Течение таких

жидкостей не подчиняется формуле Ньютона, а жидкости называются *неньютоновскими* или *структурно вязкими*.

В частности, кровь, представляющая собой суспензию форменных элементов в белковом растворе - плазме, относится к неньютоновским жидкостям. Однако в ряде случаев коэффициент вязкости крови принимают за постоянную величину, получая его приближенные значения.

Часто при изучении вязкости жидкости определяют кривую течения - зависимость напряжения сдвига $\tau = F/S$ от градиента скорости (рис. 2).

Для ньютоновской жидкости (1) график начинается из начала координат и возрастает линейно с увеличением градиента скорости. Действительно, согласно формуле (1):

$$\frac{F_{\text{тр}}}{S} = \eta \frac{dv}{ds}. \quad (2)$$

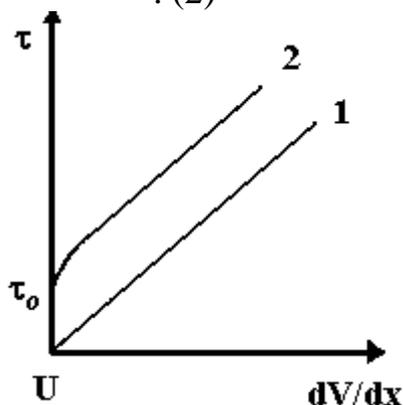


Рис. 2. Зависимость напряжения сдвига τ от градиента скорости $\frac{dv}{dx}$ для ньютоновской (1) и неньютоновской (2) жидкостей.

Следовательно, показатель динамической вязкости ньютоновской жидкости - константа и не зависит от градиента скорости.

Для неньютоновской жидкости (2) график начинается от некоторого значения τ_0 (предельное напряжение сдвига) и возрастает нелинейно с увеличением градиента скорости. То есть показатель динамической вязкости η неньютоновской жидкости зависит от градиента скорости. У таких жидкостей коэффициент вязкости зависит также от режима течения и давления. Их вязкость характеризуют так называемым условным коэффициентом вязкости, зависящим от условий течения жидкости.

Коэффициент внутреннего трения растворов вязких жидкостей зависит от их концентрации. При увеличении концентрации таких жидкостей вязкость возрастает.

Единица коэффициента вязкости в СИ $-(\text{Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2)$ (Па·с) (паскаль·секунда), в системе СГС $-(\text{дин} \cdot \text{с} / \text{см}^2)$ (П) (пуаз). Связь между этими величинами $1 \text{ Па} \cdot \text{с} = 10 \text{ П}$. На практике часто используют относительную вязкость $\eta_{\text{отн}}$, определяя отношение коэффициента вязкости исследуемой жидкости к коэффициенту вязкости воды η_0 при тех же условиях (при $t = 20^\circ \text{C}$ и $\eta_0 \approx 1 \text{ сП}$).

Измерение вязкости имеет важное практическое значение для медицины. **Относительная вязкость крови** в норме составляет 4,2-6. При патологиях она

может снижаться до 2-3(при анемии) или повышаться до 15-20(при полицитамии), что отражается на скорости оседания эритроцитов (СОЭ). Вязкость крови различна у мужчин(4,3-5,9) и женщин (3,9-4,9),изменяется с возрастом,что важно при судебном-медицинских исследованиях. Относительная вязкость сыворотки крови -1,4-1,7, у плазмы - 1,5-1,8. Вязкость крови зависит от концентрации эритроцитов и белков плазмы, а так же от их состава, от размеров клеток крови, эластичности мембран эритроцитов.

Стационарное движение жидкостей является *ламинарным*. При ламинарном течении различные слои жидкости текут не перемешиваясь,параллельно друг другу. При ламинарном течении жидкости по трубе постоянного сечения скорость движения слоев увеличивается от периферии к центру (рис. 3).

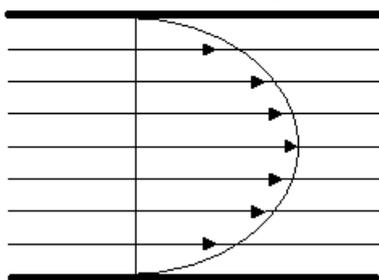


Рис. 3. Ламинарное течение жидкости в трубе.

Максимальная скорость будет вдоль оси трубы, минимальная (практически равная 0) -у пристеночных слоев. Поэтому разность между скоростями двух соседних слоев имеет наибольшее значение у стенок трубы, а минимальное -в центре. Если концы векторов скоростей слоев соединить плавной кривой, то получится парабола.

Увеличение скорости течения вязкой жидкости вследствие неоднородности давления по поперечному сечению трубы создает завихрения, и движение становится вихревым или *турбулентным*. При турбулентном течении скорости частиц в каждом месте непрерывно и хаотически меняются, движение является нестационарным, сопровождается шумом.

Характер течение жидкости по трубе зависит от ее поверхности, диаметраD, от свойств жидкости (плотностии вязкостиη), ее скоростии определяется числомРейнольдса:

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta} \quad (3)$$

Если число Рейнольдса больше некоторого критического, то движение жидкости будет турбулентным. Например, для гладких цилиндрических труб $Re_{кр} = 2300$, а для кровеносных сосудов в норме $Re_{кр} = 2000$.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ

1.Метод Стокса

Применяют для исследования жидкостей с большой вязкостью. Опытным путем Стокс установил, что при равномерном движении шара в вязкой

жидкости сила сопротивления $F_{тр}$ движению прямо пропорциональна скорости v , радиусу шара R и коэффициенту вязкости жидкости η

$$F_{тр} = 6\pi\eta Rv . \quad (4)$$

Определив скорость движения шарика и зная его размер и плотность ρ , а также плотность жидкости $\rho_{ж}$, находят ее вязкость

$$\eta = \frac{2}{9} gR^2 \frac{\rho - \rho_{ж}}{v} . \quad (5)$$

2. Метод капиллярного вискозиметра

Применяют при изучении жидкостей с невысокой вязкостью. Методика измерения коэффициента вязкости капиллярным вискозиметром основана на измерении скорости течения жидкости в капиллярной трубке (рис. 4).

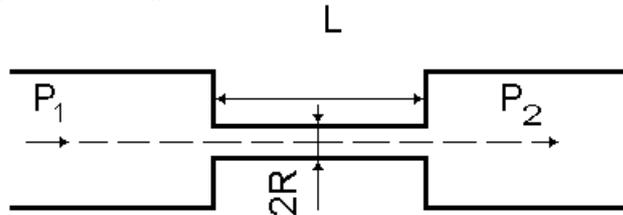


Рис. 4. Течение жидкости по капиллярной трубке.

Скорость протекания жидкости по трубе v зависит от разности давлений $(P_1 - P_2)$ на концах трубы, ее длины L , радиуса R и вязкости жидкости:

$$v = \frac{R^2(P_1 - P_2)}{4\eta L} .$$

Формула Пуазейля определяет зависимость Q - объема жидкости, протекающей за единицу времени через трубу длиной L , радиусом R , при разности давлений на концах трубы $(P_1 < P_2)$, от вязкости

$$Q = \frac{\pi R^4(P_1 - P_2)}{8\eta L} . \quad (6)$$

Величина $X = \frac{8\eta L}{\pi R^4}$ называется **гидравлическим сопротивлением**.

Формула Пуазейля справедлива только для ламинарного течения. Поэтому, чтобы при обычных скоростях не возникало турбулентное течение, на практике пользуются капиллярными трубками. А так как точно измерить все входящие в нее величины трудно, то чаще всего определяют относительный коэффициент вязкости, то есть вязкость исследуемой жидкости относительно другой жидкости, чаще всего воды. С этой целью измеряют время протекания какого-то объема V исследуемой жидкости и время протекания такого же объема воды. Тогда для эталонной жидкости, учитывая, что $V = Qt$, согласно формуле (6):

$$V = \frac{\pi R^4 \Delta P_0}{8\eta_0 L} t_0 , \quad (7)$$

а для исследуемой жидкости:

$$V = \frac{\pi R^4 \Delta P_x}{8\eta_x L} t_x , \quad (8)$$

где ΔP_0 , ΔP_x - разность давлений на концах трубки (капилляра) для эталонной и исследуемой жидкости соответственно; η_0 , η_x - коэффициенты

вязкости эталонной и исследуемой жидкости соответственно; t_0, t_x – время протекания эталонной и исследуемой жидкости через капилляр длиной L и радиусом R .

Так как объемы жидкостей в этих условиях одинаковы, то, приравнявая правые части уравнений (7) и (8) и заменив отношение давлений отношением плотностей исследуемых жидкостей, получим уравнение для определения относительной вязкости:

$$\eta_x = \eta_0 \frac{\rho_x t_x}{\rho_0 t_0} \quad (9)$$

3. Ротационный вискозиметр

Применяют для определения вязкости неньютоновских жидкостей. Так как большинство биологических жидкостей являются неньютоновскими, то этот прибор представляет интерес для медико-биологических исследований. Вискозиметр состоит из двух соосно расположенных цилиндров вставленных друг в друга (рис. 5).

Между цилиндрами имеется небольшой зазор, в который помещается исследуемая жидкость. Внешний цилиндр крепят на валу электродвигателя, а внутренний подвешивают на упругом подвесе – спиральной пружине с известными характеристиками. Внешнему цилиндру сообщают заданную угловую скорость ω . За счет вязкости жидкости определенный момент силы M сообщается внутреннему цилиндру, и происходит его поворот вокруг оси на некоторый угол.

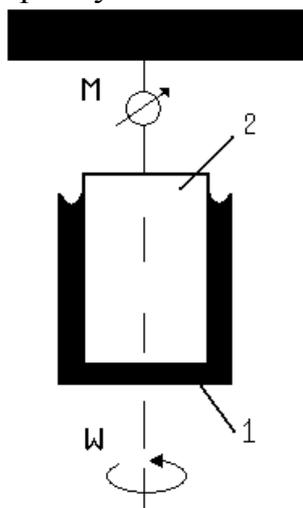


Рис. 5. Схема ротационного вискозиметра (1 – внешний цилиндр, 2 – внутренний).

Чем больше скорость вращения, тем на больший угол повернется внутренний цилиндр. С учетом упругости пружины круговая шкала позволяет измерять вязкость жидкости при различных скоростях вращения, то есть при разных значениях градиента скорости в жидкости между цилиндрами. Обычно определяют "кривую течения" - зависимость касательного напряжения $F_{тр}/S_{от}$ градиента скорости dv/dx .

Практическая часть

Вязкость жидкостей определяют при помощи капиллярного вискозиметра Оствальда (рис. 6). Для того чтобы определить коэффициент вязкости η_x исследуемой жидкости, необходимо знать:

- η_0 -коэффициент вязкости воды,
- t_0 -время протекания воды между метками а и б,
- t_x -время протекания исследуемой жидкости между метками а и б,
- ρ_0 – плотность воды,
- ρ_x - плотность исследуемой жидкости.

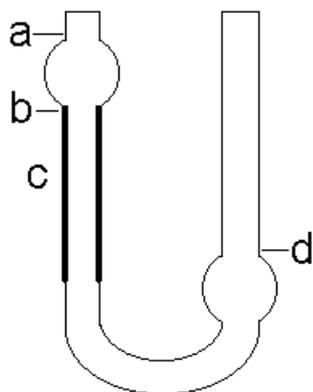


Рис. 6. Капиллярный вискозиметр Оствальда (а, b,d– метки, ограничивающие уровень жидкости, с – капилляр).

Вязкость исследуемой жидкости определяется по формуле (9).

Порядок выполнения работы

Задание 1. Определить коэффициент вязкости растворов с различной концентрацией.

1. Налейте воду в колено вискозиметра, не имеющее капилляра (рис. 6) до отметки d.
2. Грушей засосите жидкость через капилляр до отметки а. Убрав грушу, определите t_0 -время протекания воды между метками а и б.
3. Повторите измерения 4–5раз.
4. Прodelайте пункты 1 – 3 для всех исследуемых жидкостей.
5. Рассчитайте коэффициенты вязкости исследуемых жидкостей по формуле (9).
6. Данные занесите в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	Концентрация, %						ср		
		1	2	3	4	5			
1									

Задание 2. Определить концентрацию неизвестного раствора.

1. Постройте график зависимости коэффициента вязкости от концентрации раствора

2. Зная коэффициент вязкости неизвестного раствора, по графику определите его концентрацию.

Таблица 2

Плотность воды при различных температурах

$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$
0,99913	15	0,99802	21
0,99897	16	0,99780	22
0,99880	17	0,99757	23
0,99843	19	0,99732	24
0,99823	20	0,99707	25

Таблица 3

Вязкость воды при различных температурах

$\eta, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\eta, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$t, ^\circ\text{C}$
0,00114	15	0,00098	21
0,00111	16	0,00096	22
0,00108	17	0,00093	23
0,00103	19	0,00091	24
0,00100	20	0,00089	25

Таблица 4

Плотность растворов глицерина различной концентрации

$C, \%$	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$	$C, \%$	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$
5	1,0125	45	1,1125
10	1,0250	50	1,1250
15	1,0375	55	1,1375
20	1,0425	60	1,1500
25	1,0525	65	1,1625
30	1,0750	70	1,1750
35	1,0875	75	1,1875
40	1,1000	80	1,2000

Контрольные вопросы

1. Что называют вязкостью жидкости?
2. Какое течение жидкости называется ламинарным? Турбулентным?
3. Что характеризует формула Рейнольдса?
4. Напишите формулу Ньютона и объясните физический смысл входящих в нее величин?
5. Что называется коэффициентом динамической вязкости? В каких единицах он измеряется?
6. Какие жидкости называются ньютоновскими? От чего зависит их коэффициент вязкости?
7. Какие жидкости называются неньютоновскими? От чего зависит их коэффициент вязкости?
8. Напишите формулу Пуазейля, объясните физический смысл входящих в нее величин.
9. Какие методы применяются для определения вязкости жидкости?
10. Расскажите о реологических свойствах крови и других биологических жидкостей, о применении реологических анализов в медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агапов Б.Т., Максютин Г.В., Островерхов П.И. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 124-127.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1999. - С. 148-164.
3. Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. – М.: Высшая школа, 1987. - С. 98-102.

Критерии оценки (в баллах):

- **9 баллов** выставляется студенту, если отчет выполнен по всем требованиям, аккуратно и без ошибок;
- **0-8баллов** выставляется студенту, если отчет выполнен по требованиям, но неаккуратно и допущены ошибки;
- **0 баллов** выставляется студенту, если отчет не выполнен.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: [ГЭОТАР-Медиа](#), 2012

2. Труфанов Г.Е., Асатурян М.А., Жаринов Г.М., Малаховский В. Н. Лучевая терапия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.
3. Илларионов В.Е. Магнитотерапия. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. К. Хилл Применение ультразвука в медицине. Физические основы. - М.: Медиа, 2012.
2. Дж. Бэмбер, Р. Дикинсон, Р. Эккерсли, Г. Тер Хаар, К. Хилл, С. Лиман, Д. Нассири, А. П. Сарвазян Ультразвук в медицине. Физические основы применения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
3. Федорова В.Н., Степанова Л.А. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp
3. Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://diss.rsl.ru/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3	4
<i>1. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, ауд.318: (физмат корпус – учебное)</i>	семинарские занятия	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор	1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.
<i>2. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: (физмат корпус – учебное), ауд.322</i>		Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,	

3. Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.	
4. Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.	

Приложение 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Сканирующая зондовая микроскопия» на 8 семестр
(наименование дисциплины)
дневная

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	72/2
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	64,2
лекции	-
семинарских (практических)	32
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	7,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма контроля:

зачет ____4____ семестр

4 семестр

№ п/п	Тема и содержание		Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Форма контроля самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
			ЛК	ЛБ	ПЗ	СР			
1	2	3	4		5	6	7	8	
Модуль 1 Терапия воздействием физических факторов									
1.	Механизмы действия физических факторов.			1		[1] [2]	[3]	Письменная контрольная работа № 1	
2.	Теоретические основы лечебного использования физических факторов.		-	2	1	[2]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1	
3	Физические основы лучевой терапии.			2		[1,3] [2]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1	
4	Виды и свойства ионизирующих излучений. Корпускулярные ионизирующие излучения Фотонные ионизирующие излучения.		4	2	1	[1-3]	[1-3]	Выполнение лабораторной работы №1 Коллоквиум 1	
5	Дозиметрическая оценка поглощения энергии		8	2	1	[1] [2]	[3]	Выполнение лабораторной работы № 2,3	

	излучения. Распределение доз в теле человека при использовании разных видов ионизирующего излучения.							Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1
6	Биологические основы лучевой терапии. Биологическое действие ионизирующего излучения			2		[2]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1
7	Физические и радиобиологические основы лучевого лечения злокачественных опухолей.			2	1	[1,3] [2]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1
8	Основные способы облучения пациента (дистанционные, контактные). Содержание плана лучевого лечения. Подготовка и ведение больных в процессе курса лучевой терапии.		4	2		[1-3]	[1-3]	Выполнение лабораторной работы №4 Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1
9	Показания и противопоказания к лучевой терапии неопухолевых заболеваний.			2	1	[1] [2]	[3]	Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1
10	Неионизирующие излучения. Виды. Действие неионизирующих излучений на организм человека			2	1	[2]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 1, Коллоквиум 1
	Модуль II. Магнитотерапия. Звуковая терапия				0,8			
11	Определение магнитотерапии, виды и механизм действия магнитных полей. Магнитотерапевтическое оборудование		4	2		[1-3]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 2, Коллоквиум 2
12	Звуковая терапия. Что такое		4	2				Выполнение лабораторной

	звук ? Применение звуковой терапии в медицине. Физические характеристики звука: природа, частота							работы №2,3 Письменная контрольная работа № 2, Коллоквиум 2
13	Виды звуковой терапии: инфразвук, звук, ультразвук.		4	2				Выполнение лабораторной работы №3 Письменная контрольная работа № 2, Коллоквиум 2
14	Физические основы ультразвуковой терапии. Механизмы действия ультразвука.		4	2		[1] [2]	[3]	Выполнение лабораторной работы №3 Письменная контрольная работа № 2, Коллоквиум 2
15	Методика проведения процедур ультразвуковой терапии.			2		[2]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 2, Коллоквиум 2
16	Медицинская аппаратура, работающая на основе ультразвуковой терапия. Способы использования: диагностика и лечение			2	1	[1,3] [2]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 2, Коллоквиум 2
17	Обеспечение безопасности пациентов и персонала. Обеспечение требований охраны труда					[1-3]	[1-3]	Письменная контрольная работа № 2, Коллоквиум 2
	Итого:		32	32	7,8			

