

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

15.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.19 Биофизика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

19.03.01 Биотехнология

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Биотехнология

Курс 4  
Семестр 8

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	28	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	42	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	70	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	38	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	8	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 19.03.01 Биотехнология

Программу составили:

старший преподаватель	Физики	СОГЛАСОВАНО	В.И. Таланцев
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра физики

		(наименование кафедры)	
19.01.2022	протокол №	8	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.С. Масленников	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Чикилев Виталий Алексеевич, Директор ООО «Казанское»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 16.02.2022 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Способен осуществлять подготовительные работы для осуществления биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, продуктов их биосинтеза и биотрансформации	ПК-3.1 Знать технологии получения биологически активных веществ	<b>знания:</b> Знает технологии получения биологически активных веществ. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.7 Владеет навыками подготовки биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса, выделения и поддержания чистых культур микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Имеет навыки подготовки биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса.
	ПК-3.5 Умеет производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры, производить пересев инокулята с целью выделения чистой культуры, проверять однородность чистой культуры по морфологическим и физиологическим признакам, производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры, производить пересев инокулята с целью выделения чистой культуры, проверять однородность чистой культуры по морфологическим и физиологическим признакам, производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность <b>навыки:</b>

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания

предшествующих дисциплин: Основы биотехнологии (ПК-3), Технология биологически активных веществ (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Биологическая термодинамика</b>	<b>38</b>	ПК-3
Лекция. Превращение энергии и в живой клетке.	2	
Лекция. Термодинамические параметры биологических систем.	2	
Лекция. Второй закон термодинамики и живые организмы.	2	
Лекция. Особенности организмов как термодинамических систем.	2	
Лекция. Пути преобразования энергии в живой клетке.	2	
Практическое занятие. Использование метода наименьших квадратов и элементов корреляционного анализа при обработке биологической информации.	3	
Практическое занятие. Оценка неизвестных параметров нормального распределения.	3	
Практическое занятие. Использование Фурье-анализа в задачах биологической физики.	4	
Практическое занятие. Оценка основного энергообмена.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе.	14	
<b>Биофизика клеток и органов</b>	<b>40</b>	ПК-3
Лекция. Электрическая активность органов.	6	
Лекция. Биофизика зрения и слуха.	4	
Практическое занятие. Определение и оценка дисперсии электропроводности биологических тканей.	4	
Практическое занятие. Измерение и оценка сопротивления биологических тканей.	4	
Практическое занятие. Определение концентрации оптически активных веществ.	4	
Практическое занятие. Проницаемость клеток и тканей.	4	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		ПК-3
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе.	14	
<b>Физические поля живого организма</b>	<b>30</b>	
Лекция. Физические поля тела человека и их источники.	3	
Лекция. Низкочастотные электрические и магнитные поля.	3	
Лекция. Акустические поля живых организмов.	2	
Практическое занятие. Вольт-амперная характеристика биологической ткани.	4	
Практическое занятие. Определение вязкости растворов.	4	
Практическое занятие. Определение электрофоретической скорости и дзетта-потенциала.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе.	10	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение контрольной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Биофизика [Текст] : учебник для студентов вузов / В. Ф. Антонов, А. М. Черныш, В. И. Пасечник и др. ; под ред. В. Ф. Антонова. 2-е изд., испр. и доп. М.: ВЛАДОС, 2003. - 287 с. ISBN 5-691-01037-9. Экземпляры: всего 19.	19
2.	Биофизика для инженеров [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 653900 "Биомед. техника" и направлению подгот. бакалавров и магистров 553400 "Биомед. инженерия"] : в 2 т. / Е. В. Бигдай [и др.] ; под ред. С. П. Вихрова, В. О. Самойлова]. - (Учебное пособие для высших учебных заведений). Т. 1 : Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика, 2008. - 493 с. ISBN 978-5-9912-0048-6. Экземпляры: всего 20.	20
3.	Биофизика для инженеров [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 653900 "Биомед. техника" и направлению подгот. бакалавров и магистров 553400 "Биомед. инженерия"] : в 2-х т. / Е. В. Бигдай [и др.] ; под ред. С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. - (Учебное пособие для высших учебных заведений). Т. 2 : Биомеханика, информация и регулирование в живых системах, 2008 ISBN 978-5-9912-0049-3. Экземпляры: всего 20.	20
4.	Молекулярная физика. Термодинамика [Текст] : лабораторный практикум : [для инженерно-технических специальностей и направлений подготовки бакалавров] / [Д. Р. Бакиева [и др.] ; под ред. А. С. Масленникова, М. Е. Гордеева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. образования "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 87 с. ISBN 978-5-8158-1914-6. Экземпляры: всего 136.	136 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnai_a_fizika_termodinamika_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnai_a_fizika_termodinamika_2017.pdf</a>
5.	Смотрина, Татьяна Валерьевна. Физико-химические методы анализа [Текст] : лабораторный практикум / Т. В. Смотрина, Д. В. Ладычук, В. И. Таланцев; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 134 с. ISBN 978-5-8158-1315-1. Экземпляры: всего 77.	77
6.	Молекулярная физика. Термодинамика [Текст] : лабораторный практикум : [для инженерно-технических специальностей и направлений подготовки бакалавров] / [Д. Р. Бакиева [и др.] ; под ред. А. С. Масленникова, М. Е. Гордеева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. образования "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола:	136 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnai_a_fizika_termodinamika_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnai_a_fizika_termodinamika_2017.pdf</a>

	ПГТУ, 2017. - 87 с. ISBN 978-5-8158-1914-6. Экземпляры: всего 136.	
7.	Смотрина, Татьяна Валерьевна. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : [лабораторный практикум для студентов направлений "Строительство", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Стандартизация и метрология", "Техносферная безопасность"] / Т. В. Смотрина, Д. В. Ладычук, В. И. Таланцев; Поволж. гос. технол. ун-т. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 136 с. ISBN 978-5-8158-1315-1.	<a href="https://portal.volgatech.net/books/Smotrina_fiziko_ximicheskie_metody_analiza.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Smotrina_fiziko_ximicheskie_metody_analiza.pdf</a>
8.	Волькенштейн, М. В. Биофизика [Электронный ресурс] / Волькенштейн М. В. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 608 с. ISBN 978-5-8114-0851-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/210956">https://e.lanbook.com/book/210956</a>
9.	Плутахин, Г. А. Биофизика [Электронный ресурс] / Плутахин Г. А., Коцаев А. Г. 2-е изд., перераб., доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 240 с. ISBN 978-5-8114-	<a href="https://e.lanbook.com/book/211001">https://e.lanbook.com/book/211001</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	209 (I)	КОМПЛЕКТ ПРИБОРОВ (1), Установка для измерения теплоты парообразования (1), Установка для изучения зависимости скорости звука от температуры (1), Установка для изучения тепловых процессов (1), Установка для исследования теплоёмкости твердого тела (1), Установка для опред. отношения теплоёмк. воздуха при постоянн. давлении и постоянном объёме (1), Установка для определения изменения энтропии (1), Установка для определения коэффиц. вязкости воздуха (1), Установка для определения коэффиц. взаимной диффузии воздуха и водяного пара (1), Установка для определения коэффиц. теплопроводности воздуха (1), Установка для определения универсальной газовой постоянной (1), Установка лабораторная "Гироскоп" ФМ 18 (1), Установка лабораторная "Машина Атвуда" ФМ 11 (1), Установка лабораторная "Маятник Максвелла" ФМ 12 (1),	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

		Установка лабораторная "Маятник наклонный" ФМ 16 (1), Установка лабораторная "Маятник Обербека" ФМ 14 (1), Установка лабораторная "Маятник универсальный" ФМ 13 (1), Установка лабораторная "Модуль Юнга и модуль сдвига " ФМ 19 (1), Установка лабораторная "Соударение шаров" ФМ 17 (1), Установка лабораторная "Унифилярный подвес с пушкой" ФМ 15 (1), Комплект учебной мебели (1)	
2.	215 (I)	Аквадисилатор Liston A 1204 (1), Весы HL-400 (1), Ионномер НР-метр (1), КОМПЛЕКТ ПРИБ.АРИОН (1), Кондуктометр Анион -7025 (1), Кондуктометр АНИОН -7025 (1), Мультитест ИПЛ-113 (1), ОБОР ЛАБ.РАБОТ "АРИОН" (1), Рефрактометр ИРФ-454 Б 2 М (1), рН-метр Анион-7000 (1), Фотометр КФК-2 (1), ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ (1), Электрод комбиниров. ЭСК-10601 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
3.	219 (I)	Доска аудиторная 1000 * 1700 (1), КОМПЛЕКТ ПРИБ.АРИОН (1), Лабораторная установка "Куб Лесли" (1), Лабораторная установка "Линейные спектры со спектрометром низкого разрешения" (1), Лабораторная установка "Определение постоянной Планка" (1), Лабораторная установка "Электрическая проводимость в полупроводниках" (1), Лабораторная установка "Эффект Зеебека" (1), ПРИБОР КОМБИНИР.Щ4310 (1), Установка ФПВ-05-3-4"Определение постоянной дифракционной решетки" (2), Установка ФПВ-05-4-1 для получения и исследования поляризованного света" (1), Установка ФПК 08 (1), Установка ФПК 11 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
4.	212 (I)	ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛ (2),	Microsoft Windows



	Конструкция из хромированных металл.трубок под формат А1 (1), Лабораторная установка "Мост Уитстона" UE302030-230 (2), Лабораторная установка "Напряжение плоского конденсатора" UE301080-230 (2), Лабораторная установка "Трубка Томсона" UE307050-230 (2), Лабораторная установка "Электровакуумный прибор с узким пучком" UE307070-230 (2), Лабораторный комплекс ЛКЭ-7 (1), Лабораторный комплекс ЛКЭ-7 "Элек (1), Лабораторный комплекс ЛКЭ-Б (4), Осциллограф аналоговый 1*10МГц (10210040/190516/0002626/20) (2), Осциллограф аналоговый 1*10МГц (10210040/210416/0002035/41) (1), Электровакуумный прибор с узким пучком на основании (1), Комплект учебной мебели (1)	Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
--	--	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по

накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

## 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Нулевой вариант итогового теста.

*Шкала оценивания:*

пороговый уровень -50 %;

продвинутый уровень – 75 %;

высокий уровень – 90 %.

### Итоговый тест

Дисциплина «Биофизика»

15 вопросов на 45 минут

Вариант № 0

Указания: все задания имеют 4 варианта ответов, из которых необходимо выбрать только один.

1.Активным транспортом называется ...

- 1) переход веществ через мембрану из области меньшей концентрации в область большей концентрации без затрат энергии
- 2) переход веществ через мембрану в направлении градиента концентрации, протекающий без затрат энергии
- 3) переход веществ сквозь мембрану из области с большей концентрацией в область с меньшей концентрацией вещества
- 4) переход веществ через мембрану в направлении, противоположном градиенту концентрации, протекающий с затратами химической энергии

2.Физические параметры, применяемые для характеристики свойств мембраны биологической клетки ...

- 1) удельная индуктивность, удельная электроемкость
- 2) коэффициент вязкости, коэффициент поверхностного натяжения, удельная электроемкость,

удельное сопротивление

3) коэффициент поверхностного натяжения, удельная индуктивность, коэффициент удельной стабилизации

4) удельная емкость, удельная индуктивность, удельное сопротивление

3. Потенциалом действия называют ...

1) кратковременное изменение проницаемости мембраны для ионов  $\text{Na}^+$

2) разность потенциалов, возникающая между внутренней и внешней сторонами мембраны, измеренная в состоянии физиологического покоя

3) кратковременное изменение проницаемости мембраны для ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$

4) кратковременное изменение мембранного потенциала при действии пороговых величин раздражителей

4. При возбуждения биологической клетки ...

1) уменьшение проницаемости мембраны для ионов  $\text{K}^+$

2) увеличение проницаемости мембраны для ионов  $\text{Na}^+$

3) уменьшение проницаемости мембраны для ионов  $\text{Na}^+$

4) уменьшение проницаемости мембраны для ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$

5. Водителем ритма первого порядка является ...

1) синусовый узел

2) атриовентрикулярный узел (предсердно-желудочковый)

3) проводящая система предсердий

4) проводящая система желудочков

6. Выберите параметры, которые входят в формулу Пуазейля ...

1) градиент скорости, длина сосуда, коэффициент вязкости

2) радиус сосуда, длина сосуда, разность давлений, коэффициент вязкости

3) радиус сосуда, длина сосуда, площадь взаимодействующих слоев, коэффициент вязкости

4) длина сосуда, площадь взаимодействующих слоев, коэффициент вязкости

7. При увеличении площади сечения трубы в 3 раза гидравлическое сопротивление ...

1) увеличится в 1,72 раза

2) уменьшится в 3 раза

- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) уменьшится в 9 раз

8. Для несжимаемой жидкости при движении ее по трубе переменного сечения ...

- 1) скорость движения жидкости увеличивается с уменьшением сечения трубы, расход жидкости уменьшается
- 2) скорость движения жидкости увеличивается с уменьшением сечения трубы, расход жидкости остается неизменным
- 3) скорость движения жидкости уменьшается с уменьшением сечения трубы, расход жидкости уменьшается
- 4) скорость движения жидкости увеличивается с уменьшением сечения трубы, расход жидкости увеличивается

9. Динамическая вязкость жидкости в системе СИ измеряется в ...

- 1)  $\text{м}^2/\text{с}$
- 2)  $\text{м}^3 \cdot \text{с}/\text{кг}$
- 3)  $\text{Па} \cdot \text{с}$
- 4)  $\text{Н}/\text{м}$

10. Причиной движения крови по сосудистому руслу является ...

- 1) работа сердца
- 2) разность давлений внутри и снаружи сосуда
- 3) разность давлений в начале и в конце сосудистого русла
- 4) всасывающее действие струи и работа сердца

11. Выберите правильную формулировку правила Бергонье-Трибондо.

- 1) радиочувствительность тканей организма обратно пропорциональна степени их пролиферативной активности
- 2) радиочувствительность клеток тканей организма прямо пропорциональна степени их пролиферативной активности
- 3) радиочувствительность тканей организма тем выше, чем больше их пролиферативная активность и меньше их степень дифференциации
- 4) радиочувствительность тканей организма тем выше, чем больше активность радиоактивного препарата

12. Тело массой  $m=75 \text{ кг}$  в течение времени  $t=18 \text{ ч}$  поглотило энергию ионизирующего излучения

$E=14$  Дж. Поглощенную дозу излучения составила ...

- 1) 0,12 Дж/кг
- 2) 0,50 Дж/кг
- 3) 0,21 Дж/кг
- 4) 0,19 Дж/кг

13. Эластичностью называют способность биологических тканей ...

- 1) противодействовать внешним нагрузкам
- 2) противодействовать разрушениям под действиям внешних сил
- 3) изменять размеры под действием внешних сил и восстанавливать прежние размеры после прекращения действия внешних сил
- 4) изменять размеры под действием внешних сил и сохранять новые размеры после прекращения действия внешних сил

14. Механическое напряжение, возникающее под действием силы 5 Н на поверхность площадью 1 мм<sup>2</sup>, составило ...

- 1) 5 Па
- 2) 0,2 Па
- 3) 0,2 МПа
- 4) 5 МПа

15. Относительная деформация кости, модуль упругости которой равен  $2 \cdot 10^9$  Па, под действием силы  $10^3$  Н на поверхность площадью 2 мм<sup>2</sup> составила ...

- 1) 0,25
- 2) 0,2
- 3) 0,5
- 4) 1,0

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

**Вопросы для подготовки к зачету**

Превращение энергии в живой клетке.

Свободная энергия и электрохимический потенциал.

Второй закон термодинамики и живые организмы.

Энергосопрягающие системы клетки.

Особенности организмов как термодинамических систем.

Потоки веществ в результате диффузии и электродиффузии.

Термодинамика стационарного состояния.

Пути преобразования энергии в живой клетке.

Электрическая активность органов.

Внешние электрические поля организмов.

Принцип эквивалентного генератора.

Физические основы электрокардиографии.

Электроэнцефалография.

Автоколебания и автоволны в органах и тканях.

Распространение автоволн в однородных средах.

Циркуляция волн возбуждения в кольце.

Ревербератор в среде с отверстием.

Трансформация ритма в неоднородной активной среде.

Ревербераторы в неоднородных средах.

Моделирование биофизических процессов.

Информация и принципы регуляции в биологических системах.

Естественные источники электромагнитных излучений.

Взаимодействие электромагнитных излучений с веществом.

Электромагнитные и радиоактивные излучения.

Виды физических полей тела человека и их источники.

Низкочастотные электрические и магнитные поля.

Инфракрасное излучение тела человека.

Электромагнитные волны СВЧ-диапазона.

Оптическое излучение тела человека.

Акустические поля человека.