

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Полябин Сергей Владимирович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 19.11.2023 15:33:37  
Уникальный программный ключ:  
7e7751705ad67ae2d6295983e6e9170fedad024c

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Московская государственная академия ветеринарной медицины и  
биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»

Утверждаю:  
Проректор по учебной работе,  
*С.Ю. Пигина*  
С.Ю. Пигина  
2023г.



Кафедра  
Радиобиологии и биофизики имени академика А.Д.Белова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
«Свободнорадикальные процессы и антиоксиданты в патологии»

Специальность  
06.04.01 Биология

Профиль подготовки  
Биология

Уровень высшего образования  
магистратура

форма обучения: очно-заочная

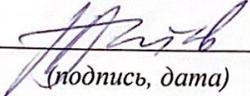
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) СОСТАВЛЕНА НА ОСНОВАНИИ:**

-- ФГОС ВО по специальности 06.04.01 Биология (уровень магистратура), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 939 от «19» сентября 2017 г. (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации «11» октября 2017 г., регистрационный № 48500);

- основной профессиональной образовательной программы по специальности 06.04.01 Биология.

- профессионального стандарта «Работник в области ветеринарии», утвержденного Минтрудом России № 712н «12» октября 2021 г. (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации «16» ноября 2021 г., регистрационный № 65842).

**РАЗРАБОТЧИКИ:**

И.о.зав. кафедрой <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	М.В.Щукин <i>(ФИО)</i>
Профессор <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	В.Ю. Титов <i>(ФИО)</i>

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

профессор кафедры вирусологии и микробиологии им. академика В.Н. Сюрина, ФГБОУ ВО «МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина», <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	д.б.н. Е.И. Ярыгина <i>(ФИО)</i>
--	---	-------------------------------------

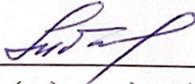
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА:**

- на заседании кафедры Радиобиологии и биофизики имени академика А.Д. Белова

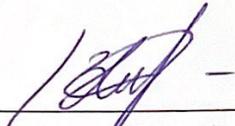
Протокол заседания № 15 от «15» июня 2023 г

И.о.зав. кафедрой <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	М.В.Щукин <i>(ФИО)</i>
---	---	---------------------------

- на заседании Учебно-методической комиссии факультета биотехнологии и экологии  
Протокол заседания № 3 от «23» июня 2023 г.

Председатель комиссии <i>(должность)</i>	 <i>(подпись, дата)</i>	М.В. Горбачева <i>(ФИО)</i>
---	---	--------------------------------

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник учебно-методического управления <hr/> <i>(должность)</i>	 <hr/> <i>(подпись, дата)</i>	С.А.Захарова <hr/> <i>(ФИО)</i>
Руководитель сектора организации учебного процесса УМУ <hr/> <i>(должность)</i>	 <hr/> <i>(подпись, дата)</i>	Ю.П. Жарова <hr/> <i>(ФИО)</i>
Декан факультета биотехнологии и экологии <hr/> <i>(должность)</i>	 <hr/> <i>(подпись, дата)</i>	М.В. Новиков <hr/> <i>(ФИО)</i>
Директор библиотеки <hr/> <i>(должность)</i>	 <hr/> <i>(подпись, дата)</i>	Н.А. Москвитина <hr/> <i>(ФИО)</i>

## **1. ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕКСТЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. ОПОП – основная профессиональная образовательная программа
2. УК – универсальная компетенция
3. ОПК – общепрофессиональная компетенция
4. ПК – профессиональная компетенция
5. з.е. – зачетная единица
6. ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования
7. РПД – рабочая программа дисциплины
8. ФОС – фонд оценочных средств
9. СР – самостоятельная работа

## 1. ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Цель дисциплины (модуля):

формирование у студентов представлений об основных достижениях современной науки в области окислительного стресса и молекулярных основ функционирования защитных антиоксидантных систем клеток.

### Задачи дисциплины (модуля):

- Знакомство с классификацией активных форм кислорода, свободных радикалов и их свойствами. Изучение методов обнаружения активных форм кислорода;
- изучение молекулярных основ генерации активных форм кислорода, азота и свободных радикалов в клетках человека, животных и растений в норме и при развитии патологических нарушений;
- Знакомство с классификацией антиоксидантов. Изучение регуляции активности антиоксидантных систем на генетическом и метаболическом уровнях.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

№ п/п	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
1	ОПК-4. Способен использовать в профессиональной деятельности методы решения задач с применением современного оборудования при разработке новых технологий и использовать современную профессиональную методологию для проведения экспериментальных исследований и интерпретации их результатов	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> . Знать: технические возможности современного специализированного оборудования, методы решения задач профессиональной деятельности	Знать: общие и теоретические основы свободнорадикальных процессов в биологических объектах. Основные подходы и методы исследования свободнорадикальных процессов в органах и тканях.
		ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> . Уметь: применять современные технологии, включая цифровые, и методы исследований в профессиональной деятельности, интерпретировать полученные результаты	Уметь: работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований
		ИД-3 <sub>ОПК-4</sub> . Владеть: навыками работы со специализированным оборудованием для реализации поставленных задач при проведении исследований и разработке новых технологий, в том числе цифровых	Владеть: навыками поиска и анализа достоверной информации для оценки риска развития и последствий окислительного стресса с использованием современных международных и отечественных баз данных

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.08 «Свободнорадикальные процессы и антиоксиданты в патологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана ОПОП по специальности 06.04.01 Биология (уровень магистратура).

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общий объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Аудитории 203, 204г, 208 и 220 УЛК

Вид учебной работы	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
	семестр	семестр
	3	3
<b>Общий объем дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (аудиторная):</b>	<b>72,65</b>	<b>38,65</b>
лекции	16	14
занятия семинарского типа, в том числе:	36	
семинары	20	12
коллоквиумы	4	4
практические занятия	2	2
практикумы	-	-
лабораторные работы	18	12
другие виды контактной работы	9	12
<b>Контактная работа (внеаудиторная)</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>62,35</b>	<b>93,35</b>
изучение теоретического курса	-	-
выполнение домашних заданий (РГР, решение задач, реферат, эссе и другое)	-	-
курсовое проектирование	-	-
другие виды самостоятельной работы	-	-
<b>Промежуточная аттестация:</b>		
зачет	-	-
экзамен	2	3
другие виды промежуточной аттестации	-	-

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Разделы дисциплины (модуля):

##### Очная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела	Очная форма				ИДК
		Лекции, час.	Занятия семинарского типа, час.		СР, час.	
			Семинары практические занятия и др.	Практикумы, лабораторные работы		
1	Активные формы кислорода	2	8	4	12	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
2.	Мишени активных форм кислорода	2	8	4	12	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
3.	Система антиоксидантной защиты организма.	4	4	4	14	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
4.	Оксидативный стресс и его роль в развитии патологических процессов	4	8	4	12	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
5.	Физиологические функции активных форм кислорода	4	8	2	12,35	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
	<b>ИТОГО</b>	16	36	18	62,35	

## Очно-заочная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела	Очно-заочная форма			СР, час.	ИДК
		Лекции, час.	Занятия семинарского типа, час.			
			Семинары, практические занятия и др.	Практикумы, лабораторные работы		
1	Активные формы кислорода	2	2	2	21	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
2.	Мишени активных форм кислорода	2	2	2	18	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
3.	Система антиоксидантной защиты организма.	4	2	2	18	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
4.	Оксидативный стресс и его роль в развитии патологических процессов	2	4	4	18	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
5.	Физиологические функции активных форм кислорода	4	2	2	18,35	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
	ИТОГО	14	12	12	93,35	

### Содержание дисциплины (модуля) по видам занятий

#### Лекционные занятия

#### Очная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема лекции	Объем, час.
1	Активные формы кислорода	Общие представления о свободных радикалах. Свободные радикалы и активные формы кислорода, образующиеся в живых системах. Источники их образования	2
2	Мишени активных форм кислорода	Механизмы окислительной модификации белков, нуклеиновых кислот и липидов. Перекисное окисление липидов (ПОЛ)	2
3	Система антиоксидантной защиты организма.	Системы антиокислительной защиты организма: мембранные и цитозольные, клеточные и внеклеточные	4
4	Оксидативный стресс и его роль в развитии патологических процессов	Оксидативный стресса как результат нарушения в балансе анти- и прооксидантной систем. Роль свободнорадикальных процессов в развитии патологических процессов.	4
5	Физиологические функции активных форм кислорода	Роль АФК в регуляции функций основных физиологических систем организма.	4

## Очно-заочная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема лекции	Объем, час.
1	Активные формы кислорода	Общие представления о свободных радикалах. Свободные радикалы и активные формы кислорода, образующиеся в живых системах. Источники их образования  Механизмы окислительной модификации белков, нуклеиновых кислот и липидов. Перекисное окисление липидов (ПОЛ)  Системы антиокислительной защиты организма: мембранные и цитозольные, клеточные и внеклеточные	2
2	Мишени активных форм кислорода		2
3	Система антиоксидантной защиты организма.		4
4	Окислительный стресс и его роль в развитии патологических процессов	Окислительный стресс как результат нарушения в балансе анти- и прооксидантной систем. Роль свободнорадикальных процессов в развитии патологических процессов.	2
5	Физиологические функции активных форм кислорода	Роль АФК в регуляции функций основных физиологических систем организма.	4

## Занятия семинарского типа

### Очная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема занятия, краткое содержание	Объем, час.
1.	Активные формы кислорода	Общие представления о свободных радикалах..Свободные радикалы и активные формы кислорода.	6
		Источники образования активных форм кислорода	6
2	Мишени активных форм кислорода	Механизмы окислительной модификации белков и нуклеиновых кислот	4
		Перекисное окисление липидов	4
		Коллоквиум по теме «Активные формы кислорода, их источники и механизмы физиологического воздействия»	4
3.	Система антиоксидантной защиты организма.	Определение антиоксиданта. Мембранные антиоксиданты.	4
		Внемембранные антиоксиданты. Ферментативные и неферментативные. Антиоксидативное действие хелаторов металлов переменной валентности.	4
4.	Окислительный стресс и его роль в развитии	Общие представления об окислительном стрессе. Роль свободнорадикальных процессов в развитии воспалительных и аутоиммунных заболеваний.	6

	патологических процессов	Роль свободнорадикальных процессов в развитии атеросклероза, нейродегенеративных заболеваний, ишемических и реперфузионных повреждений.	6
5.	Физиологические функции активных форм кислорода	Коллоквиум по теме «Оксидативный стресс»	2
		Роль АФК в регуляторных и сигнальных процессах в норме и при окислительном стрессе.	2
		Физиологическая роль оксида азота (NO) в норме и при патологических процессах.	4
		Практическая работа по теме «Метаболизм оксида азота (NO) в норме и при воспалении»	2

### Очно-заочная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема занятия, краткое содержание	Объем, час.
1.	Активные формы кислорода	Общие представления о свободных радикалах..Свободные радикалы и активные формы кислорода.	2
		Источники образования активных форм кислорода	2
2	Мишени активных форм кислорода	Механизмы окислительной модификации белков и нуклеиновых кислот	2
		Перекисное окисление липидов	1
		Коллоквиум по теме «Активные формы кислорода, их источники и механизмы физиологического воздействия»	1
3.	Система антиоксидантной защиты организма.	Определение антиоксиданта. Мембранные антиоксиданты.	2
		Внемембранные антиоксиданты. Ферментативные и неферментативные. Антиоксидативное действие хелаторов металлов переменной валентности.	2
4.	Оксидативный стресс и его роль в развитии патологических процессов	Общие представления об окислительном стрессе. Роль свободнорадикальных процессов в развитии воспалительных и аутоиммунных заболеваний.	4
		Роль свободнорадикальных процессов в развитии атеросклероза, нейродегенеративных заболеваний, ишемических и реперфузионных повреждений.	4
5.	Физиологические функции активных форм кислорода	Коллоквиум по теме «Оксидативный стресс»	1
		Роль АФК в регуляторных и сигнальных процессах в норме и при окислительном стрессе.	1

	Физиологическая роль оксида азота (NO) в норме и при патологических процессах.	1
	Практическая работа по теме «Метаболизм оксида азота (NO) в норме и при воспалении»	1

## Самостоятельная работа обучающегося

### Очная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема занятия	Вид СР	Объем, час.
1	Активные формы кислорода	Общие представления о свободных радикалах..Свободные радикалы и активные формы кислорода.	Изучение теоретического материала. Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям.	6
		Источники образования активных форм кислорода	Изучение теоретического материала. Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям.	6
2	Мишени активных форм кислорода	Механизмы окислительной модификации белков и нуклеиновых кислот	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	6
		Перекисное окисление липидов Факторы, определяющие структуру белков.. Физико-химические свойства мембранных белков и липидов.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	6
3	Система антиоксидантной защиты организма.	Определение антиоксиданта. Мембранные антиоксиданты.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	6
		Внемембранные антиоксиданты. Ферментативные и неферментативные. Антиоксидативное действие хелаторов металлов переменной валентности.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	8
4	Окислительный стресс и его роль в развитии патологических процессов	Общие представления об окислительном стрессе. Роль свободнорадикальных процессов в развитии воспалительных и аутоиммунных заболеваний.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	6
		Роль свободнорадикальных	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий,	6

		процессов в развитии атеросклероза, нейродегенеративных заболеваний, ишемических и реперфузионных повреждений.	размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	
5	Физиологические функции активных форм кислорода	Роль АФК в регуляторных и сигнальных процессах в норме и при окислительном стрессе.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	6
		Физиологическая роль оксида азота (NO) в норме и при патологических процессах.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	6,35

### Очно-заочная форма обучения

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема занятия	Вид СР	Объем, час.
1	Активные формы кислорода	Общие представления о свободных радикалах..Свободные радикалы и активные формы кислорода.	Изучение теоретического материала. Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям.	10
		Источники образования активных форм кислорода	Изучение теоретического материала. Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям.	11
2	Мишени активных форм кислорода	Механизмы окислительной модификации белков и нуклеиновых кислот	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	9
		Перекисное окисление липидов Факторы, определяющие структуру белков.. Физико-химические свойства мембранных белков и липидов.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	9
3	Система антиоксидантной защиты организма.	Определение антиоксиданта. Мембранные антиоксиданты.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	9
		Внемембранные антиоксиданты. Ферментативные и неферментативные. Антиоксидативное действие хелаторов металлов переменной валентности.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	9
4	Окислительный стресс	Общие представления об	Изучение видеолекций и	9

	и его роль в развитии патологических процессов	окислительном стрессе. Роль свободнорадикальных процессов в развитии воспалительных и аутоиммунных заболеваний.	виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	
		Роль свободнорадикальных процессов в развитии атеросклероза, нейродегенеративных заболеваний, ишемических и реперфузионных повреждений.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	9
5	Физиологические функции активных форм кислорода	Роль АФК в регуляторных и сигнальных процессах в норме и при окислительном стрессе.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	9
		Физиологическая роль оксида азота (NO) в норме и при патологических процессах.	Изучение видеолекций и виртуальных лабораторий, размещенных в открытом доступе (YouTube, Coursera и др.). Подготовка к занятиям	9,35

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Перечень основной и дополнительной литературы:

#### Основная литература.

- Новиков К.Н. Свободно-радикальные процессы в биологических системах при воздействии факторов окружающей среды [Электронный ресурс] : монография / К.Н. Новиков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Российский университет дружбы народов, 2011. — 200 с. — 978-5-209-03659-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11448.html> (дата обращения 03.06.2018)
- Дубинина Е.Е. Процессы метаболизма кислорода в функциональной активности клеток. – СПб.: Медицинская пресса, 2006. – 400 с.
- Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс. Биохимический и патофизиологический аспекты. – М.: Наука/Интерпериодика, 2001. – 343 с.
- Костюк В.А., Потапович А.И. Биорадикалы и биоантиоксиданты. – Мн.: БГУ, 2004. – 179 с.
- Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К. и др. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. – М.: Фирма «Слово», 2006. – 556 с
- Хавинсон В.Х., Баринов В.А., Арутюнян А.В., Малинин В.В. Свободнорадикальное окисление и старение. – СПб.: Наука, 2003. – 327 с.
- Кличханов Н.К., Исмаилова Ж.Г., Астаева М.Д. Свободнорадикальные процессы в биологических системах. Учебное пособие. – Махачкала: Издательство ДГУ, 2012. – 188 с.

#### б) дополнительная литература:

- Гривенникова В. Г., Виноградов А. Д. Генерация активных форм кислорода митохондриями // Успехи биологической химии. – 2013. – Т. 53. – С. 245-296.
- Болдырев А.А. Роль активных форм кислорода в жизнедеятельности нейрона // Успехи физиол. наук. – 2003. – 34, № 3. – С. 21-34.
- Владимиров Ю. А. Свободные радикалы и антиоксиданты // Вестн. РАМН. – 1998. – № 7. – С. 43-51.
- Луцак В.И. Свободнорадикальное окисление белков и его связь с функциональным состоянием организма // Биохимия. – 2007. – Т. 72, вып. 8. – С. 995-1017.

5. Турпаев К.Т. Активные формы кислорода и регуляция экспрессии генов // Биохимия. – 2002. – Т. 67, вып 3. – С. 339-352.
6. Halliwell B., Gutteridge J.M.C. Free Radicals in Biology and Medicine. 3rd ed. – New York: Oxford University Press, 1999.
7. Halliwell B. Oxidative stress and neurodegeneration: where are we now? // J. Neurochem. – 2006. – V. 97. – P. 1634-1658.

### Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
<b>Информационно-справочные системы</b>			
1.	Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Компоненты робототехники и сенсорики»	<a href="https://digitech.ac.gov.ru/technologies/robotics_and_sensorics/">https://digitech.ac.gov.ru/technologies/robotics_and_sensorics/</a>	Режим доступа: свободный доступ
2.	Сквозные технологии цифровой экономики	<a href="https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сквозные_технологии_цифровой_экономики">https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сквозные_технологии_цифровой_экономики</a>	Режим доступа: свободный доступ
<b>Электронно-библиотечные системы</b>			
1.	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
2.	Электронно-библиотечная система «Book.ru»	<a href="https://www.book.ru">https://www.book.ru</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
3.	Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM»	<a href="https://znanium.com">https://znanium.com</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
4.	РУКОНТ : национальный цифровой ресурс	<a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>	Режим доступа: для авториз. пользователей
<b>Профессиональные базы данных</b>			
1.	Физика. Каталог научных сайтов	<a href="http://elementy.ru">elementy.ru</a>	Режим доступа: свободный доступ

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства:**

№	Наименование	Правообладатель ПО (наименование владельца ПО, страна)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Операционная система UBLinux	ООО «Юбитех», Российская Федерация	Свободно распространяемое	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/307624/">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/307624/</a>
2.	Офисные приложения AlterOffice	ООО «Алми Партнер», Российская Федерация	Свободно распространяемое	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/308464/">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/308464/</a>
3.	Антивирус Dr. Web.	Компания «Доктор Веб», Российская Федерация	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301426/">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301426/</a>

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства для проведения текущего и промежуточного контроля знаний по дисциплине (модулю) «Биофизика» представлены в виде фонда оценочных средств (далее – ФОС) в Приложении к настоящей рабочей программе дисциплины (модуля).

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№	Наименование специальных	Оснащенность специальных помещений и
---	--------------------------	--------------------------------------

п/п	помещений и помещений для самостоятельной работы	помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (Ауд.2 УЛК)	Комплект специализированной мебели, интерактивная учебная доска, экран, мультимедийный проектор, компьютер, подключенный к сети «Интернет»
2	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Ауд 4, 204, 203, 208 УЛК)	Специализированная мебель, интерактивная учебная доска, оборудование для проведения практических занятий по оптическим методам контроля биосистем (спектрофотометр, хемиллюминетр )
3	Учебная аудитория для самостоятельной работы	Учебная мебель; аудиторная доска, компьютеры, подключенные к сети «Интернет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**текущего контроля / промежуточной аттестации обучающихся  
при освоении ОПОП ВО, реализующей ФГОС ВО**

*Кафедра  
Радиобиологии и биофизики имени академика А.Д.Белова*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Свободнорадикальные процессы и антиоксиданты в патологии»**

**специальность  
06.04.01 Биология**

**профиль подготовки  
Биология**

**уровень высшего образования  
магистратура**

**форма обучения: очная**

**год приема: 2022**

## 1. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Текущий контроль успеваемости** по дисциплине осуществляется в формах:

1. Опрос
2. Тест

**Промежуточная аттестация по дисциплине** осуществляется в форме экзамена, при этом проводится оценка степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения по дисциплине.

## 2. СООТНОШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СО ШКАЛОЙ ОЦЕНИВАНИЯ И УРОВНЕМ ИХ СФОРМИРОВАННОСТИ

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания	Уровень сформированной компетенции
<b>ОПК-4</b>			
Знать: общие и теоретические основы свободнорадикальных процессов в биологических объектах, основные подходы и методы исследования свободнорадикальных процессов в органах и тканях.	Глубокие знания основ свободнорадикальных процессов в биологических объектах, основных подходов и методов исследования свободнорадикальных процессов в органах и тканях.	Отлично	Высокий
	Несущественные ошибки в знании основ свободнорадикальных процессов в биологических объектах, основных подходов и методов исследования свободнорадикальных процессов в органах и тканях.	Хорошо	Повышенный
	Фрагментарные представления об основах свободнорадикальных процессов в биологических объектах, основных подходах и методах исследования свободнорадикальных процессов в органах и тканях.	Удовлетворительно	Пороговый
	Отсутствие знаний об основах свободнорадикальных процессов в биологических объектах, основных подходах и методах исследования свободнорадикальных процессов в органах и тканях.	Неудовлетворительно	Не сформирован
Уметь: работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований	Уметь в совершенстве работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований	Отлично	Высокий
	Уметь работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований	Хорошо	Повышенный

	Уметь частично работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований	Удовлетворительно	Пороговый
	Неумение работать с биологическими объектами, адекватно эксплуатировать современную аппаратуру для биофизических исследований	Неудовлетворительно	Не сформирован
Владеть: навыками поиска и анализа достоверной информации для оценки риска развития и последствий окислительного стресса с использованием современных международных и отечественных баз данных	Полное овладение навыками поиска и анализа достоверной информации для оценки риска развития и последствий окислительного стресса с использованием современных международных и отечественных баз данных	Отлично	Высокий
	Овладение навыками поиска и анализа достоверной информации для оценки риска развития и последствий окислительного стресса с использованием современных международных и отечественных баз данных	Хорошо	Повышенный
	Фрагментарное владение навыками поиска и анализа достоверной информации для оценки риска развития и последствий окислительного стресса с использованием современных международных и отечественных баз данных	Удовлетворительно	Пороговый
	Отсутствие навыков поиска и анализа достоверной информации для оценки риска развития и последствий окислительного стресса с использованием современных международных и отечественных баз данных	Неудовлетворительно	Не сформирован

### 3. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Текущий контроль успеваемости обучающихся:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма текущего контроля	Оценочные средства	ИДК
1.	Активные формы кислорода и их	1. Опрос 2. Тест	1. Банк вопросов к опросу 2. Банк тестовых заданий	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1

	источники			
2.	Мишени активных форм кислорода	1. Опрос 2. Тест	1. Банк вопросов к опросу 2. Банк тестовых заданий	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
3.	Система антиоксидантной защиты организма	1. Опрос 2. Тест	1. Банк вопросов к опросу 2. Банк тестовых заданий	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
4	Окислительный стресс и его роль в развитии патологических процессов	1. Опрос 2. Тест	1. Банк вопросов к опросу 2. Банк тестовых заданий	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1
5	Физиологические функции активных форм кислорода	1. Опрос 2. Тест	1. Банк вопросов к опросу 2. Банк тестовых заданий	ОПК-4.1.1; ОПК-4.2.1; ОПК-4.3.1

### **Промежуточная аттестация**

Способ проведения промежуточной аттестации:

- экзамен проводится в 3 семестре 2 курса;

Перечень видов оценочных средств, используемых для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю):

Банк вопросов к экзамену

### **4. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости**

- комплект вопросов для опроса по дисциплине – 43 шт. (Приложение 1);
- комплект тестовых заданий по дисциплине – 65 шт. (Приложение 2).

#### **Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

- комплект вопросов к экзамену по дисциплине – 43 шт. (Приложение 3)

**Комплект вопросов для опроса по дисциплине**

Перечень контрольных вопросов для оценки компетенции (ОПК-4):

**Раздел «Активные формы кислорода и их источники»**

1. Определение свободного радикала. Активные формы кислорода.
2. Синглетный кислород. Источники, окислительный потенциал, физиологическое действие.
3. Супероксидный анион-радикал. Источники, окислительный потенциал, физиологическое действие.
4. Перекись водорода. Источники, окислительный потенциал, физиологическое действие.
5. Гидроксильный радикал. Источники, окислительный потенциал, физиологическое действие.
6. Оксид азота. Источники, окислительный потенциал, физиологическое действие.
7. Пероксинитрит. Источники, окислительный потенциал, физиологическое действие.
8. Первичные, вторичные и третичные радикалы.
9. Структура, локализация в клетке и механизм генерации АФК НАДФ-оксидазой фагоцитирующих клеток.
10. Роль металлов переменной валентности в генерации АФК.

**Раздел «Мишени активных форм кислорода»**

1. Причина, по которой живые ткани устойчивы к обычному триплетному кислороду.
2. Механизмы окислительной модификации белков.
3. Протеосомная система деградации белков и ее роли в обороте окислительно модифицированных белков.
4. Перекисное окисление липидов (ПОЛ). Основные стадии процесса. Виды АФК, способные инициировать процесс.
5. Механизмы образования белковых агрегатов (сшивок) в процессе их окислительной модификации.
6. Роль АФК в возникновении мутаций.
7. Виды АФК, способные поражать нуклеотиды.
8. Наиболее важные изменения в мембранных структурах при перекисном окислении липидов.
9. Роль тиоловых групп при взаимодействии живых тканей с АФК.
10. Участие АФК в сигнальных процессах.
12. Роль АФК в развитии воспаления.
13. Участие АФК в активации факторов транскрипции.

**Раздел «Система антиоксидантной защиты организма»**

1. Определение антиоксидантов и их основные типы.
2. Супероксиддисмутаза: физиологическая роль, локализация.
3. Каталаза: физиологическая роль, локализация.
4. Глутатионпероксидаза: физиологическая роль, локализация.
5. Система аскорбат — глутатион как антиокислитель.
6. Антиокислительная защита эритроцита. Может ли гемоглобин выполнять свою основную физиологическую функцию вне эритроцита?

7. Мембранные антиоксиданты. Механизм действия, факторы, обуславливающие их эффективность.
8. Антиокислительные функции хелаторов железа.
9. Методы оценки антиокислительной активности.
10. Физиологическая роль гемовых пероксидаз.

### **Раздел «Окислительный стресс и его роль в развитии патологических процессов»**

1. Роль свободнорадикальных процессов в развитии воспалительных заболеваний.
2. Генерация свободных радикалов при гипоксии. Ксантиноксидаза.
3. Роль свободнорадикальных процессов в патогенезе нейродегенеративных заболеваний.
4. Роль свободнорадикальных процессов в патогенезе инфаркта и инсульта.
5. Роль свободнорадикальных процессов в развитии атеросклероза.

### **Раздел «Физиологические функции активных форм кислорода»**

1. Участие АФК в сигнальных процессах.
2. Оксид азота (NO) как универсальный клеточный медиатор. Синтез NO в организме.
3. Предполагаемый механизм физиологического воздействия оксида азота.
4. Предполагаемый механизм специфичности воздействия оксида азота.
5. Оксид азота при воспалении. Генерация пероксинитрита.

### **Критерии оценивания учебных действий обучающихся при проведении *опроса***

<b>Отметка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
отлично	обучающийся четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры
хорошо	обучающийся допускает отдельные погрешности в ответе
удовлетворительно	обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного и нормативного материала
неудовлетворительно	обучающийся обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи

**Комплект тестовых заданий по дисциплине**

Тестовые задания для оценки компетенции (ОПК-4):

**Раздел «Активные формы кислорода и их источники»**

1. Какие из перечисленных радикалов относятся к первичным?:  
А) Гидроксил, Б) Радикалы антиоксидантов, В) Нитроксид, Г) Супероксид, Д) Радикалы липидов, Е) Семихиноны.
2. Какие из перечисленных радикалов относятся к вторичным:  
А) Гидроксил, Б) Радикалы антиоксидантов, В) Нитроксид, Г) Супероксид, Д) Радикалы липидов, Е) Семихиноны.
3. Какие из перечисленных радикалов относятся к третичным?  
А) Гидроксил, Б) Радикалы антиоксидантов, В) Нитроксид, Г) Супероксид, Д) Радикалы липидов, Е) Семихиноны.
4. В ходе каких реакций в организме образуется супероксид ( $O_2^{\bullet-}$ ) ?  
А) Окисление оксигемоглобина и оксимиоглобина; Б) Аутоокисление аскорбиновой кислоты, биогенных аминов, восстановленного глутатиона; В) Под действием НАДФН-оксидазы, ксантиноксидазы; Г) Все ответы верны
5. Какой фермент катализирует протекание следующей реакции:  $O_2^{\bullet-} + O_2^{\bullet-} + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$ ?  
А) каталаза; Б) глутатионпероксидаза; В) супероксиддисмутаза; Г) миелопероксидаза.
6. В ходе каких реакций в организме образуется гидроксильный радикал?  
А) Реакция Фентона; Б) дисмутации супероксидов; В) Реакция разложения гипохлорита; Г) Все ответы верны.
7. Токсическая роль оксида азота заключается в:  
А) Ковалентной модификации белков; Б) Непосредственном повреждении ДНК; В) Расслаблении гладких мышц стенок сосудов; Г) Образовании пероксинитрита.
8. В норме акцептором электронов в реакции, катализируемой ксантиноксидазой, является:  
А) НАД; Б) НАДН; В) ФАД; Г). ФМН.
9. НАДФН-оксидаза выполняет следующую функцию:  
А) Дисмутация супероксидного радикала; Б) Генерация супероксида; В) Образование гипохлорита.
10. Миелопероксидаза выполняет следующую функцию:  
А) Дисмутация супероксидного радикала; Б) Генерация супероксида; В) Образование гипохлорита.
11. СОД выполняет следующую функцию:  
А) Дисмутация супероксидного радикала; Б) Генерация супероксида; В) Образование гипохлорита.
12. Какой фермент катализирует следующую реакцию:  $2L\text{-Аргинин} + 3\text{НАДФН}_2 + 4O_2 + 3H^+ \rightarrow 2L\text{-Цитруллин} + 2NO + 3\text{НАДФ}^+ + 4H_2O$ ?  
А) Ксантиноксидаза; Б) Ксантиндегидрогеназа; В) NO-синтаза; Г) Моноаминоксидаза.
13. Кальций необходим для активации следующих изоформ NO-синтазы:  
А) Нейрональная; Б) Индуцибельная; В) Эндотелиальная
13. Являются ли радикалами следующие молекулы:  
А)  $Cl_2$ ; Б)  $Cl_2^-$ ; В)  $Cl_2^+$ ; Г)  $N_2$ ; Д)  $O_2$ ; Е)  $O_2^-$ .
14. Окислительно — восстановительный потенциал супероксидного аниона радикала. Его опасность состоит в том, что он:

А) является мощным окислителем;  
Б) способен в процессе дальнейшего метаболизма образовать соединения с высоким окислительным потенциалом.

В) является мощным восстановителем, способным нарушать метаболические процессы в организме.

### **Раздел «Мишени активных форм кислорода»**

1. Супероксидный анион — радикал способен:

А) окислить ненасыщенные жирные кислоты; Б) окислить азотистые основания нуклеиновых кислот; В) окислить тиоловые группы белков; Г) высвободить железо из депо.

2. Перекись водорода способна:

А) продуцировать пероксинитрит при взаимодействии с железом; Б) индуцировать окисление гемоглобина до метгемоглобина; В) распадаться с образованием гидроксильного радикала под действием лазерного света видимого диапазона; Г) продуцировать гидроксильный радикал под действием двухвалентного железа

3. ДНК под воздействием активных форм кислорода:

А) не претерпевает никаких изменений, поскольку эти вещества не содержат легко окисляемых групп; Б) претерпевает под воздействием радикалов  $\text{OH}\bullet$  и  $\text{RO}_2\bullet$ . В результате продуцируются свободнорадикальные продукты, способные образовывать соединения с белковыми радикалами; В) претерпевает под воздействием радикалов  $\text{OH}\bullet$ . В результате продуцируются свободнорадикальные продукты, способные образовывать соединения с белковыми радикалами.

4. Процесс воспаления, связанный с продукцией супероксида:

А) создает опасность возникновения мутаций, поскольку при этом продуцируется супероксид, могущий вызвать окислительную деструкцию ДНК; Б) создает опасность возникновения мутаций, поскольку при этом продуцируется супероксид, могущий дисмутировать в перекись водорода, которая под воздействием ионов железа и меди может продуцировать гидроксил-радикал; В) создает опасность возникновения мутаций, поскольку при этом продуцируется супероксид, могущий дисмутировать в перекись водорода, которая, распадаясь под воздействием железа, запускает перекисное окисление липидов. Продукты ПОЛ могут проникнуть в ядро и вызвать мутацию. Г) не создает опасности возникновения мутации, поскольку нуклеиновые кислоты успешно окисляются только гидроксил-радикалом. Последний, из-за короткого времени жизни, должен образоваться в пределах ядра. Таким образом, только увеличение концентрации перекиси водорода в клетке создает такую опасность.

5. Мутации может вызвать:

А) супероксид анион — радикал; Б) алкильные радикалы; В) диоксид азота; Г) алкильные перокси-радикалы; д) гидроксил-радикал .

6. Какие аминокислотные остатки наиболее чувствительны к металлкатализируемому окислению?

А) Тирозин; Б) Аргинин; В) Гистидин; Г) Триптофан; Д) Глицин; Е) Лизин; Ж) Пролин; З) Цистеин

7. Какие продукты, в основном, образуются в ходе металлкатализируемого окисления белков?

А) Гидроперекиси белков; Б) Хлорамины; В) Карбонил-дериваты белков; Г) Хлорамиды

8. Процесс ПОЛ инициируется:

А) любым окислителем, чей окислительный потенциал выше, чем у пары  $\text{RH}^+/\text{RH}$ , где  $\text{RH}$  - углеводородная цепь ;

Б) любым окислителем, чей окислительный потенциал выше, чем у пары  $\text{R}\bullet/\text{RH}$ ;

В) ионами металлов переменной валентности;

Г) перекисью водорода и гидроперекисями.

9. Процесс ПОЛ инициируется:

А) супероксидом; Б) оксидом азота; В) диоксидом азота; Г) алкильными перокси-радикалами; Д) гидроксильным радикалом.

### Раздел «Система антиоксидантной защиты организма»

1. Функции церрулоплазмينا состоят в:

А) окислении железа до трехвалентного состояния и транспортировке. При этом продуцируется супероксид и перекись;  
Б) окислении железа до трехвалентного состояния и транспортировке. При этом не продуцируется супероксид и перекись;  
В) высвобождении железа из депо.

2. Глутатион в живых тканях является:

а) Одноэквивалентным окислителем;  
б) двухэквивалентным восстановителем;  
в) двухэквивалентным окислителем;  
г) одноэквивалентным восстановителем.

3. Супероксиддисмутаза:

А) препятствует проявлению физиологических эффектов оксида азота;  
Б) способствует проявлению физиологических эффектов оксида азота;  
В) может способствовать и препятствовать в зависимости от интенсивности продукции супероксида;  
Г) может способствовать и препятствовать в зависимости от концентрации глутатиона.

4. Снижение концентрации ферритина в клетке грозит:

А) увеличением концентрации свободного железа; Б) увеличением концентрации двухвалентного железа; В) увеличением концентрации гемового железа; Г) увеличением общего пула железа в клетке.

5. Триггерная роль железа в процессе ПОЛ заключается в том, что:

А) железо при высокой концентрации из индуктора процесса превращается в антиоксидант, поскольку само начинает взаимодействовать с радикалами, обеспечивая пролонгацию процесса;

Б) При высокой концентрации железо начинает интенсивно окисляться кислородом до трехвалентного состояния. При этом образуется супероксидный анион — радикал, резко усиливающий процесс;

В) При низкой концентрации железа последнее эффективно связывается естественными хелаторами. При высокой концентрации несвязанное хелаторами железо начинает интенсивно окисляться кислородом с образованием кислородных радикалов.

6. Супероксиддисмутаза (СОД) выполняет следующую физиологическую функцию:

А) катализирует превращение супероксидного аниона — радикала в перекись водорода, поскольку последняя обладает меньшим окислительным потенциалом, чем супероксид;

Б) катализирует превращение супероксидного аниона — радикала в перекись водорода, поскольку супероксид способен инактивировать некоторые ферменты;

В) работая в ансамбле с каталазой и пероксидазами, способствует скорейшему удалению активных форм кислорода.

7. Основная функция каталазы состоит в том, что этот фермент:

А) Эффективнее, чем ионы железа и меди снижает концентрацию перекиси водорода;

- Б) разрушает перекись водорода и липидные гидроперекиси;
- В) катализирует окисление перекисью водорода нерастворимых в воде полициклических соединений;
- Г) разрушает перекись водорода до кислорода и воды, не продуцируя при этом какие-либо промежуточные активные формы кислорода.

8. Каталаза расположена:

- А) исключительно в пероксисомах;
- Б) в цитозоле и в пероксисомах;
- В) в плазме крови;
- Г) в клетках и внеклеточно.

9. При разрушении перекиси водорода каталазой:

- А) не требуется каких-либо затрат энергии, поскольку процесс энергетически выгоден;
- Б) требуются энергетические затраты, поскольку процесс энергетически невыгоден;
- В) требуются энергетические затраты, которые необходимы для активного транспорта перекиси водорода из внеклеточного пространства в клетку.

10. Физиологическая функция глутатионпероксидазы состоит в:

- А) разрушении перекиси водорода и гидроперекисей без образования каких-либо конечных и промежуточных активных форм кислорода;
- Б) разрушении перекиси водорода без образования каких-либо конечных и промежуточных активных форм кислорода;
- В) разрушении гидроперекисей без образования каких-либо конечных и промежуточных активных форм кислорода;
- Г) окислении перекисью водорода полициклических соединений.

11. Реакция, катализируемая глутатионпероксидазой:

- А) является энергозатратным процессом, поскольку она энергетически невыгодна;
- Б) является энергозатратным процессом, потому что для восстановления глутатиона необходим НАДФН, восстанавливаемый за счет глюкозы в пентозном цикле;
- В) не является энергозатратным процессом, потому что энергетически выгодна.

12. Глутатион в норме находится:

- А) в плазме крови;
- Б) в клетках;
- В) в клетках и в межклеточном пространстве.

13. Аскорбат в живых тканях является:

- А) Одноэквивалентным окислителем;
- Б) двухэквивалентным восстановителем;
- В) двухэквивалентным окислителем;
- Г) одноэквивалентным восстановителем.

14. Функции глутатиона в клетке заключаются в:

- А) восстановлении НАДФН; Б) Поддержание пула антиоксидантов; В) субстрат для глутатионпероксидазы, разрушающей перекись водорода и гидроперекиси; Г) восстановление аскорбата.

15. Самыми эффективными восстановителями в тканях организма являются:

- А) аскорбат; Б) соединения, содержащие тиоловые группы; В) дисферал; Г) ЭДТА.

16. Антиоксидантами называются соединения, которые:

А) Вступают во взаимодействие с активными формами кислорода, в результате чего образуются продукты с малой реакционной способностью, что исключает продолжение цепного окислительного процесса;

Б) Вступают во взаимодействие с кислородными радикалами, восстанавливая их и тем самым делая безопасными;

В) Вступает во взаимодействие с активными формами кислорода, в результате чего образуются продукты с малой реакционной способностью, что исключает продолжение цепного окислительного процесса. При этом, вследствие высокого химического сродства к АФК, данное соединение способно остановить цепной в минимальной концентрации, не изменяющей структуру и физиологические характеристики клеточных структур.

Г) Вступает во взаимодействие с кислородными радикалами, присоединяя их к себе.

17. Аскорбат является:

А) универсальным антиоксидантом, в мембранах и в цитозоле;

Б) антиоксидантом и восстановителем;

В) в малой концентрации — антиоксидант и восстановитель, в большой концентрации может быть прооксидантом из-за способности окисляться кислородом до супероксида.

18. Недостаточное восстановление окисленного дегидроаскорбата:

А) не имеет физиологических последствий, поскольку он рано или поздно будет восстановлен;

Б) грозит потерей аскорбата, поскольку дегидроаскорбат образует сшивки с глутатионом;

В) чревато потерей аскорбата в связи с трансформацией дегидроаскорбата в дикетогулоновую кислоту, которую невозможно восстановить в аскорбат;

Г) способствует гипергликемии.

19. Восстановление дегидроаскорбата до аскорбата в организме млекопитающих осуществляется:

А) в клетках и вне клеток глутатионом;

Б) в клетках и вне клеток ферментом аскорбат-редуктазой;

В) в клетках глутатионом;

Г) в клетках посредством НАДФН.

20. Восстановление дегидроаскорбата до аскорбата:

А) энергетически невыгодный процесс, который требует непосредственного участия АТФ;

Б) энергетически выгодный процесс, не приводящий ни к каким энергозатратам;

В) процесс энергетически выгоден, но требует поддержания пула глутатиона и НАДФН, вследствие чего расходуется глюкоза в пентозном цикле.

21. Основным субстратом лактопероксидазы является:

А) хлорид — ион;

Б) бромид- ион;

В) иодид — ион;

Г) тиоцианат.

22. Основным субстратом миелопероксидазы является:

А) хлорид — ион;

Б) бромид- ион;

В) иодид — ион;

Г) тиоцианат.

23. Несмотря на то, что для оксигенации — дезоксигенации гемоглобина его присутствие в эритроците необязательно, эритроцит необходим, поскольку:

- А) сорбирует на своей поверхности физиологически активные вещества;
- Б) без него невозможен перенос кислорода через эндотелиальную мембрану;
- В) без него невозможна эффективная защита гемоглобина от активных форм кислорода и эффективного восстановления метгемоглобина. Все эти процессы идут эффективно при концентрации соответствующих ферментов.

#### **Раздел «Оксидативный стресс и его роль в развитии патологических процессов»**

1. Об оксидативном стрессе можно судить по:

- А) увеличению концентрации глутатиона;
- Б) снижению концентрации глутатиона;
- В) увеличению концентрации аскорбата;
- Г) увеличению концентрации токоферола.

2. Оценить концентрацию перекиси водорода в плазме крови возможно при помощи:

- А) системы каталаза - люминол;
- Б) системы пероксидаза — люминол;
- В) системы пероксидаза — аскорбат — люминол;
- Г) системы двухвалентное железо — люминол.

3. В результате воспаления процесс ПОЛ:

- А) активизируется вследствие продукции активных форм кислорода и азота активированными лейкоцитами;
- Б) активизируется в связи со сказанным в п.А и в связи с гипоксией в очаге воспаления, что способствует активации оксидаз;
- В) не изменяется.

4. Окислительным стрессом называется:

- А) воздействие высоких (выше физиологических) концентраций кислорода;
- Б) любое воздействие на тканевые структуры активных форм кислорода;
- В) процесс повреждения активными формами кислорода (ROS) и азота различных клеток и органов. Он происходит тогда, когда образование ROS в системе превышает способность системы их нейтрализовать и элиминировать;
- Г) процесс повреждения свободными радикалами различных клеток и органов.

5. Белковое голодание:

- А) не может вызвать снижение антиокислительного потенциала, поскольку мембранные антиоксиданты не имеют белковую природу;
- Б) может вызвать снижение антиокислительного потенциала, поскольку восстановительный потенциал клетки обусловлен, преимущественно, соединения белковой природы;
- В) может вызвать снижение антиокислительного потенциала в связи со снижением синтеза антиокислительных ферментов.

6. Процесс воспаления может индуцировать окислительный стресс:

- А) только внутри лейкоцитов, поскольку активные формы кислорода продуцируются ими внутрь клетки;
- Б) так как активные формы кислорода и азота продуцируются во внеклеточную среду, то они могут вызвать поражение тканевых структур. Но это единственная причина, которая может вызвать окислительный стресс;

В) поскольку: имеет место продукция активных форм кислорода, лизис клеток и выход из них гемового и негемового железа, активация оксидаз в очаге воспаления, мобилизация железа из депо под действием супероксида, индукция цепных процессов перекисного окисления липидов, приводящих к образованию новых молекул активных форм кислорода и расходу антиоксидантов.

7. Удостовериться, что наблюдаемый эффект в модельной системе действительно связан с супероксидным анионом — радикалом возможно:

- А) используя препарат супероксиддисмутазы;
- Б) используя препарат каталазы;
- В) используя препараты супероксиддисмутазы и каталазы;
- Г) используя препарат альфа — токоферола.

8. При гипоксии активируется продукция супероксида, потому что:

- А) Снижается концентрация супероксиддисмутазы;
- Б) Снижается общий антиокислительный потенциал;
- В) активируется синтез оксидаз;
- Г) некоторые дегидрогеназы претерпевают трансформацию в оксидоредуктазы.

9. Признаками интенсивной продукции пероксинитрита являются:

- А) увеличение концентрации нитрита и нетиолатных нитрозосоединений;
- Б) увеличение концентрации нитротирозина;
- В) снижение активности аконитазы;
- Г) сшивки нуклеотидов с гистоновыми белками.

### **Раздел «Физиологические функции активных форм кислорода»**

1. Оксид азота:

- А) расслабляет гладкую мускулатуру сосудов, активируя каспазу;
- Б) расслабляет гладкую мускулатуру сосудов, активируя гуанилатциклазу;
- В) участвует в процессе апоптоза, регулируя активность каспазы;
- Г) индуцирует перекисное окисление липидов;
- Д) взаимодействует с супероксидом с образованием пероксинитрита.

2. В тканях щитовидной железы присутствует гемсодержащая пероксидаза для:

- А) удаления из тканей щитовидной железы перекиси водорода;
- Б) окисления тирозина;
- В) окисления иона  $I^-$  до  $I^\bullet$

3. В основе физиологического действия NO лежит;

- А) индукция ПОЛ;
- Б) продукция диоксида азота;
- В) Взаимодействие с гемом;
- Г) Взаимодействие с SH-группами;
- Д) Взаимодействие с гемом или SH-группами.

4. Соединения — доноры NO:

А) Имеют большее время жизни в живых тканях, чем свободный NO. Высвобождают NO, спонтанно распадаясь;

Б) Имеют большее время жизни в живых тканях, чем свободный NO. Высвобождают NO, распадаясь под действием ионов металлов переменной валентности;

В) Высвобождают NO, распадаясь под действием факторов, обусловленных состоянием физиологической мишени.

5. Специфичность физиологического действия NO обусловлено тем, что:

- А) Синтез NO осуществляется в месте его физиологического действия;
- Б) Окисление NO кислородом зависит от физиологического состояния мишени;
- В) Взаимодействие NO с мишенью обусловлено состоянием последней.

### **Критерии оценивания учебных действий обучающихся при проведении тестирования**

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Каждому обучающемуся предлагается комплект тестовых заданий, количество которых приравнивается к 100%:

<b>Отметка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
отлично	больше 85% правильных ответов
хорошо	66-85% правильных ответов
удовлетворительно	51-65% правильных ответов
неудовлетворительно	меньше 50% правильных ответов

## **Комплект вопросов к экзамену по дисциплине**

### Вопросы к экзамену для оценки компетенции (ОПК-4):

#### **Раздел «Активные формы кислорода и их источники»**

1. Природа свободных радикалов. Молекула кислорода как свободный радикал. Активные формы кислорода (АФК).
2. Супероксидный анион — радикал: основные пути образования и метаболизма, окислительно-восстановительный потенциал, физиологические эффекты, методы обнаружения.
3. Перекись водорода: пути образования в живых тканях, окислительно — восстановительный потенциал, концентрация в тканях в норме и патологии, основные физиологические эффекты.
4. Гидроксильный радикал: пути образования в живых тканях, окислительно — восстановительный потенциал, токсическое воздействие.
5. Методы определения констант скоростей свободнорадикальных процессов.
6. Метаболизм железа в организме млекопитающих: всасывание в кишечнике, транспорт через мембрану эритроцитов, транспорт к органам и тканям, распределение, депонирование.
7. Роль железа и меди в образовании активных форм кислорода (АФК), физиологические хелаторы меди и железа, как защитные системы против генерации АФК.
8. Процесс оксигенации — дезоксигенации гемоглобина: возможность образования активных форм кислорода (АФК), защитные системы эритроцита против АФК.
9. Генерация активных форм кислорода (АФК) в митохондриях, физиологические механизмы защиты.
10. Генерация активных форм кислорода (АФК) в активированных лейкоцитах: механизм образования и физиологическая роль в антибактериальной защите.
11. Генерация АФК при гипоксии: основные пути образования, физиологические эффекты.

#### **Раздел «Мишени активных форм кислорода»**

12. Взаимодействие АФК с липидами биомембран. Инициация процесса ПОЛ, физиологические механизмы защиты.
13. Цепной процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ): инициация, пролонгация, разветвление и обрыв цепи. Триггерная роль железа в процессе ПОЛ.
14. Алкильные радикалы: образование, окислительно — восстановительные потенциалы, воздействие на клеточные структуры, физиологические механизмы защиты.
15. Продукты перекисного окисления липидов. Их физиологическая роль, способы обнаружения.
16. Методы изучения процесса ПОЛ. Природа быстрой и медленной вспышек хемилюминесценции в системе липосомы — железо. Оценка антиокислительной активности (АОА) тканей.

#### **Раздел «Система антиоксидантной защиты организма »**

17. Системы антиокислительной защиты в клетках организма и во внеклеточных средах.
18. Супероксиддисмутаза: локализация, механизм действия, физиологическая роль.
19. Каталаза: локализация, механизм действия, физиологическая роль.
20. Глутатион-пероксидаза: локализация, механизм действия, физиологическое значение. Роль глутатион-пероксидазы в предотвращении процесса ПОЛ.
21. Мембранные антиоксиданты: физиологическая роль, механизм действия.
22. Гемовые пероксидазы: физиологическая роль, механизм действия.
23. Миелопероксидаза лейкоцитов как элемент системы антибактериальной защиты.

24. Метгемоглобин как гемсодержащая пероксидаза: роль в патологических процессах на примере нитрит-индуцированной метгемоглобинемии.
25. Восстановительный потенциал клетки: физиологическая роль глутатиона.
26. Физиологическая роль аскорбата в защите от активных форм кислорода и восстановлении окисленных соединений.
27. Восстановление окисленного аскорбата в клетках млекопитающих. Физиологическое значение процесса.

#### **Раздел «Оксидативный стресс и его роль в развитии патологических процессов»**

28. Оксидативный стресс: сущность и основные признаки.
29. Взаимодействие белков с активными формами кислорода и азота. Механизм деструкции.
30. Процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ), индуцированный закисным железом: механизм инициации и разветвления цепи.
31. Процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ), индуцированный ультрафиолетом: механизм инициации и разветвления цепи.
32. Активные формы азота. Их образование в живых тканях.
33. Диоксид азота: образование в живых тканях, воздействие на тканевые структуры.
34. Фотоллиз белков, индуцированный ультрафиолетом.
35. Повреждение генетического аппарата при воздействии активных форм кислорода.

#### **Раздел «Физиологические функции активных форм кислорода»**

36. Оксид азота (NO): синтез, физиологическая роль.
37. Механизм основных физиологических эффектов оксида азота (NO). Роль нитрозотиолов (RSNO), динитрозильных комплексов железа (ДНКЖ).
38. Регуляция сосудистого тонуса под воздействием оксида азота: механизм.
39. Пероксинитрит: образование в живых тканях, физиологическая роль.

### 9. Критерии оценки при проведении экзамена:

- **Отметка «отлично»** – выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены неточности, затруднения при переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- **Отметка «хорошо»** – выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в стандартных ситуациях. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- **Отметка «удовлетворительно»** – не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется частичное отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании

знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

- **Отметка «неудовлетворительно»** – не выполнены виды учебной работы, предусмотренные учебным планом, демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по большому ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.