

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет  
Кафедра биомедицинской физики**



академик РАН

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФФ

А. Е. Бондарь

« 04 » 10 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**СВОБОДНЫЕ РАДИКАЛЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

**Курс 2, семестр 3**

Форма обучения

**Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	72	16	24		10	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетных единицы -контактная работа 44 часов -в интерактивных формах 24 часа Компетенции ПК-1, ПК-2										

Разработчик:  
д.м.н., проф.

И.Д. Сафронов

Заведующий кафедрой КБМФ ФФ НГУ  
д.ф.-м.н., проф.

В.П.Мальцев

Руководитель программы  
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2020

## Содержание

Аннотация .....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу .....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. ....	5
5. Перечень учебной литературы. ....	9
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. ....	10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	10
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	10
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	11
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. ....	11

## Аннотация

к рабочей программе дисциплины курса «Свободные радикалы в биологических системах»

Направление: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика

Программа курса «Свободные радикалы в биологических системах» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика», а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) кафедрой биомедицинской физики в качестве дисциплины по выбору. Дисциплина изучается магистрантами физического факультета в осеннем семестре.

Цели курса – дать студентам базовые знания, умения и навыки по инструментальным и методическим решениям проблем, возникающих при исследовании биологических объектов.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

**ПК-1** - способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта;

**ПК-2** - способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** терминологию и основные понятия современной свободно радикальной биологии, основы физико-химических особенностей состояния радикальных процессов и антиоксидантных систем, классификацию радикалов и антиоксидантов, их характеристики, фундаментальные основы в использовании физических методов для анализа окислительного стресса и их использование в биологии и медицине.
- **Уметь:** выполнить расчет чувствительности и точности измерений уровней радикалов и антиоксидантов в биологических объектах в норме и патологии, выбрать адекватный метод решения задач при обработке экспериментальных данных с использованием математического моделирования.
- **Владеть:** навыками понимания основ экспериментальных методик для моделирования окислительного стресса в биологическом объекте, программными пакетами для обработки данных в стационарном и кинетическом эксперименте.

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: опрос в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, самостоятельная работа (реферат).

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа.

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Курс «Свободные радикалы в биологических системах» предназначен для обучения студентов-физиков основам современных представлений о путях образования и физиологической роли свободных радикалов в организме, ферментативных и не ферментативных антиоксидантных системах, обеспечивающих радикальный гомеостаз, участия радикалов в патогенетических процессах, а также инструментальных и методических подходов в исследованиях свободных радикалов в биологических объектах.

Цели курса – дать студентам базовые знания, умения и навыки по инструментальным и методическим решениям проблем, возникающих при исследовании биологических объектов.

Основной целью курса является формирование у студентов-физиков целостной системы знаний о роли свободных радикалов у аэробных организмов, способах регуляции свободнорадикальных процессов с помощью эндогенных и экзогенных факторов антиоксидантной защиты. Углубление знаний о тесной связи организма с окружающей средой, воздействии экологических факторов на физиологические процессы и способность организмов к адаптации в норме и патологии.

В задачи курса входит обеспечить освоение студентами-физиками современных знаний по номенклатуре и классификации активных форм кислорода и других радикалов, их физико-химическим свойствам, путям образования и детоксикации в клетках и тканях, молекулярным основам физиологического и патогенетического действия. Задачей дисциплины является также изложение принципов современных методов исследования, используемых в свободнорадикальной биологии и медицине.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

**ПК-1** - способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта;

**ПК-2** - способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: терминологию и основные понятия современной свободно радикальной биологии, основы физико-химических особенностей состояния радикальных процессов и антиоксидантных систем, классификацию радикалов и антиоксидантов, их характеристики, фундаментальные основы в использовании физических методов для анализа окислительного стресса и их использование в биологии и медицине (ПК-1.1).
- Уметь: выполнить расчет чувствительности и точности измерений уровней радикалов и антиоксидантов в биологических объектах в норме и патологии, выбрать адекватный метод решения задач при обработке экспериментальных данных с использованием математического моделирования (ПК-2.2).
- Владеть: навыками понимания основ экспериментальных методик для моделирования окислительного стресса в биологическом объекте, программными пакетами для обработки данных в стационарном и кинетическом эксперименте (ПК-2.3).

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Курс «Свободные радикалы в биологических системах» читается в осеннем семестре для студентов 2 курса магистратуры, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой биомедицинской физики. Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по молекулярной биологии. Курс должен предшествовать прохождению производственной практики (НИР) и выполнению квалификационной работы, т.к. дает необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения биофизических исследований, необходимых для проведения экспериментальной работы, связанной с изучением структуры и функций биологических объектов.

**3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	72	16	24		10	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетных единицы -контактная работа 44 часа -в интерактивных формах 24 часа Компетенции ПК-1, ПК-2										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: опрос в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, самостоятельная работа (реферат).

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, **72** академических часа.

- занятия лекционного типа – 16 часа;
- практические занятия – 24 часа
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 10 часов;
- самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации – 18 часов
- консультация – 2 часа

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, консультация, экзамен) составляет 44 часов.

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 24 часа (практические занятия).

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

Дисциплина «Свободные радикалы в биологических системах» читается на 2 курсе магистратуры физического факультета НГУ в 3 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Основные этапы становления свободно-радикальной биологии	1	2	1	1				
2	Активированные кислородные метаболиты и системы их генерации в организме: свойства, классификация, номенклатура	2	3	1	1	1			
3	Оксид азота: образование и биологическая роль в организме	3	2	1	1				
4	Механизмы перекисного окисления липидов биологических мембран	4	3	1	1	1			
5	Ферментативные системы антиоксидантной защиты	5	2	1	1				
6	Неферментативные системы антиоксидантной защиты	6	3	1	1	1			
7	Фенольные антиоксиданты - биологическая роль в организме.	7	2	1	1				
8	Флавоноидные антиоксиданты - биологическая роль в организме.	8	3	1	1	1			
9	Свободнорадикальные патологии. Понятие окислительного стресса.	9	3	1	1	1			
10	Атеросклероз и окислительная модификация липопротеинов низкой плотности	10	3	1	1	1			
11	Ишемическое и реперфузионное повреждение миокарда: роль свободных радикалов	11	2	1	1				
12	Бронхолёгочная патология: роль свободных радикалов	12	3	1	1	1			
13	Канцерогенез: роль свободных радикалов	13	2	1	1				
14	Апоптоз: роль свободных радикалов	14	3	1	1	1			
15	Старение: роль свободных радикалов	15	4	1	2	1			
16	Показатели окислительного стресса и методы его регистрации	16	4	1	2	1			
12	Представление рефератов	15-16	6		6				
12	Групповая консультация		2					2	
13	Самостоятельная подготовка обучающегося к экзамену		18				18		
14	Экзамен		2						2
	<b>Всего</b>		<b>72</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## **Программа и основное содержание лекций (16 часов)**

### **Раздел 1. Основные этапы становления свободно-радикальной биологии (1 час)**

Основные этапы становления свободно-радикальной биологии как раздела науки, трансформации представлений о биологической роли активированных кислородных метаболитов (АКМ).

### **Раздел 2. Активированные кислородные метаболиты и системы их генерации в организме: свойства, классификация, номенклатура (1 час)**

Атомарный и молекулярный кислород, электронная структура. Понятие об основном и возбужденном состоянии молекулярного кислорода. Номенклатура органических и неорганических радикалов. Классификация радикалов. Активные формы кислорода: анион-радикал кислорода, пероксид водорода, гидроксильный радикал, синглетный кислород. Понятие о кислород и углерод центрированных радикалах. Образование активированных кислородных метаболитов в организме, физиологически значимые пути образования радикалов, роль флавопротеидов, цитохромов, других переносчиков электронов. Реакция Фентона и Хабера-Вейса. Радикалы, образующиеся при действии излучения. Радиолит и фотолит. Понятие о фотосенсибилизаторах и фотосенсибилизированном окислении. Радикалы, образующиеся при метаболитической активации ксенобиотиков в системе микросомального окисления.

### **Раздел 3. Оксид азота: образование и биологическая роль в организме (1 час)**

Оксид азота: физико-химические свойства NO, а также структура, функции и локализация изоферментов NO-синтазы, перечень катализируемых ими реакций. Свойства NO как инструмента микробицидного, антипролиферативного действия, цитотоксина, нейротрансмиттера и фактора расслабления гладкомышечных клеток.

### **Раздел 4. Механизмы перекисного окисления липидов биологических мембран (1 час)**

Понятие о свободно-радикальном (перекисное) окислении как фундаментальном механизме клеточной патологии. Общая схема реакций цепного окисления органических соединений. Иницирование цепного окисления; роль АКМ и ионов железа в этом процессе. Реакция продолжения цепей, ее зависимость от вязкости мембран и концентрации кислорода. Реакции разветвления цепей, роль ионов железа. Перекисное окисление липидов под действием радиации. Реакции обрыва цепей; роль ионов железа и антиоксидантов в этом процессе. Последствия перекисного окисления липидов клеточных мембран: модификация физических свойств липидного бислоя, увеличение проницаемости мембран для ионов, снижение электрической прочности мембран. Свободно-радикальное окисление нуклеиновых кислот и мутагенез. Разрушение функциональных (в том числе тиоловых) групп в молекулах ферментов и другие последствия окисления белков. Условия возникновения и активации перекисного окисления в клетке.

### **Раздел 5. Ферментативные системы антиоксидантной защиты (1 час)**

Антиоксидантная ферментная система: молекулярные механизмы действия и функциональная роль супероксиддисмутазы, каталазы, глутатион-зависимых пероксидаз, фосфолипаз. Супероксиддисмутаза: изоферменты СОД, их структура, свойства и тканевый тропизм. Каталаза: структура и свойства каталазы, ее локализация в клетке, катализируемая реакция. Глутатионзависимые ферменты: структура и свойства глутатионпероксидаз, глутатионредуктазы и глутатионтрансферазы, особенности катализируемых реакций и внутриклеточные взаимоотношения глутатионпероксидазы и каталазы, имеющих один субстрат.

### **Раздел 6. Неферментативные системы антиоксидантной защиты (1 час)**

Аскорбиновая кислота: донорно-акцепторные свойства, спектр антиоксидантного действия, взаимодействие с радикалом альфа-токоферола; условия, в которых витамин С может выступать в

качестве прооксиданта. SH-содержащие соединения (тиолы): строение, механизмы и спектр антиоксидантного действия глутатиона, взаимодействие с NO., взаимосвязь с другими антиоксидантными системами (токоферолы, СОД), условия, в которых тиолы теряют свои антиоксидантные свойства и становятся токсичными. Хелаторы ионов металлов переменной валентности: структура и механизмы действия соединений, связывающих ионы металлов переменной валентности (ферритин, трансферрин, церулоплазмин, мочевая кислота), спектры их антиоксидантного действия. Свойства и принципы антиоксидантного действия структурных антиоксидантов, эстрогенов, мелатонина, репарационных систем.

#### **Раздел 7. Фенольные антиоксиданты - биологическая роль в организме (1 час)**

Фенольные антиоксиданты: общность принципов антиоксидантного действия соединений, имеющих в своей структуре ароматическое кольцо, связанное с одной или несколькими гидроксильными группами. Витамин Е: (токоферол) структура и разновидности токоферолов, принципы их антирадикального и антиоксидантного действия, резонансные структуры радикала альфа-токоферола. Коэнзим Q: структура убихинона, механизмы и спектр антиоксидантного действия.

#### **Раздел 8. Флавоноидные антиоксиданты - биологическая роль в организме (1 час)**

Флавоноиды: структура и антиоксидантные свойства полифенольных растительных флавоноидов их классификация. Практическое использование биофлавоноидов, пищевые добавки. Эпидемиологические доказательства целесообразности применения антиоксидантов в качестве средств терапии и профилактики.

#### **Раздел 9. Свободнорадикальные патологии. Понятие окислительного стресса (1 час)**

Общие механизмы и критерии развития окислительного стресса; проблема выделения отдельной группы свободнорадикальных патологий. Окислительный стресс при воспалении: основные ферментативные механизмы (НАДФН-оксидаза, миелопероксидаза, NO-синтаза, ксантинооксидаза), ответственные за генерацию АКМ в очаге воспаления. Роль сопряжения механизмов генерации АКМ в реализации их цитотоксического потенциала.

#### **Раздел 10. Атеросклероз и окислительная модификация липопротеинов низкой плотности (1 час)**

Роль окисленных ЛНП в атерогенезе. Ферментативные (НАДФН-оксидаза, ксантинооксидаза, NO-синтаза, липоксигеназы, миелопероксидаза, микросомальное и митохондриальное окисление) и неферментативные механизмы окисления ЛНП.

#### **Раздел 11. Ишемическое и реперфузионное повреждение миокарда: роль свободных радикалов (1 час).**

Источники генерации АКМ при данной патологии (гранулоциты, ксантинооксидаза, митохондриальная цепь переноса электронов, арахидоновая кислота и катехоламины) и механизмы защиты сердца от свободнорадикальной атаки.

#### **Раздел 12. Бронхолегочная патология: роль свободных радикалов (1 час)**

Окислительный стресс при бронхолегочной патологии: основные механизмы вне- и внутриклеточной генерации АКМ, причины истощения основных элементов антиокислительной защиты легких при неспецифических заболеваниях и в условиях воздействия атмосферных загрязнителей.

#### **Раздел 13. Канцерогенез: роль свободных радикалов (1 час)**

Окислительные процессы с участием АКМ при опухолевом росте: причины злокачественного перерождения клеток, свободнорадикальная теория рака. Физико-химические основы фотодинамической терапии опухолей.

#### **Раздел 14. Апоптоз: роль свободных радикалов (1 час)**

Апоптоз: анализ особенностей развития окислительного стресса при индукции запрограммированной гибели клеток. Роль цитокинов в продукции клетками АКМ и снижении содержания клеточных антиоксидантов, нарушении функции митохондрий и повреждении ДНК.

#### **Раздел 15. Старение: роль свободных радикалов (1 час)**

Свободно-радикальная теория старения. Перспективы использования антиоксидантов в геронтологии (гериатрии)

#### **Раздел 16. Показатели окислительного стресса и методы его регистрации (1 час)**

Исследование динамики свободно-радикального окисления с помощью полярографического анализа потребления кислорода и регистрации хемилюминесценции. Спектрофотометрические, спектрофлуориметрические и хроматографические методы определения радикалов и продуктов свободно-радикальной модификации липидов, белков и нуклеиновых кислот. ЭПР спектроскопия и спиновые ловушки. Использование ЭПР и хемилюминесцентных методов в биологии и медицине

#### **Программа практических занятий (24 часа)**

- Занятие 1.* Основные этапы становления свободно-радикальной биологии (1 час).  
*Занятие 2.* Активированные кислородные метаболиты и системы их генерации (1 час).  
*Занятие 3.* Оксид азота: образование и биологическая роль (1 час).  
*Занятие 4.* Механизмы перекисного окисления липидов биологических мембран (1 час).  
*Занятие 5.* Ферментативные системы антиоксидантной защиты (1 час).  
*Занятие 6.* Неферментативные системы антиоксидантной защиты (1 час).  
*Занятие 7.* Фенольные антиоксиданты - биологическая роль в организме. (1 час).  
*Занятие 8.* Флавоноидные антиоксиданты - биологическая роль в организме. (1 час).  
*Занятие 9.* Свободнорадикальные патологии. Понятие окислительного стресса. (1 час).  
*Занятие 10.* Атеросклероз и окислительная модификация липопротеинов низкой плотности (1 час).  
*Занятие 11.* Ишемическое и реперфузионное повреждение миокарда (1 час).  
*Занятие 12.* Бронхолегочная патология: роль свободных радикалов. (1 час).  
*Занятие 13.* Канцерогенез: роль свободных радикалов. (1 час).  
*Занятие 14.* Апоптоз: роль свободных радикалов. (1 час).  
*Занятие 15.* Старение: роль свободных радикалов. (2 часа).  
*Занятие 16.* Показатели окислительного стресса и методы его регистрации (2 часа).  
*Занятие 17.* Представление рефератов (2 часа).  
*Занятие 18.* Представление рефератов (2 часа).  
*Занятие 19.* Представление рефератов (2 часа).

#### **Самостоятельная работа студентов (28 часов)**

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Повторение материала, подготовка к опросам	5
Подготовка реферата	5
Подготовка к экзамену	18

#### **5. Перечень учебной литературы.**

##### **5.1. Основная литература**

1. Владимиров Ю.А. Лекции по биофизике: Кинетика реакций цепного окисления липидов. [www.fbm.msu.ru/Academics/Manuals/BioPhys/BPh01/kin\\_lpo/index.html](http://www.fbm.msu.ru/Academics/Manuals/BioPhys/BPh01/kin_lpo/index.html)

## 5.2. Дополнительная литература

2. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты. - М.: Фирма «Слово», 2006.
3. Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс: биохимический и патофизиологический аспекты. Окислительный стресс: биохимический и патофизиологический аспекты. М., 2001.

## 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующим учебными материалами:

1. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты. - М.: Фирма «Слово», 2006.
2. Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс: биохимический и патофизиологический аспекты. Окислительный стресс: биохимический и патофизиологический аспекты. М., 2001.
3. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов. - Москва: Высшая Школа, 1989.
4. Владимиров Ю.А. Лекции по биофизике: Кинетика реакций цепного окисления липидов. [www.fbm.msu.ru/Academics/Manuals/BioPhys/BPh01/kin\\_lpo/index.html](http://www.fbm.msu.ru/Academics/Manuals/BioPhys/BPh01/kin_lpo/index.html)

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- закрытая образовательная группа в социальной сети «VK».

### 7.1. Современные профессиональные базы данных

Не используются.

### 7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для реализации дисциплины «Свободные радикалы в биологических системах» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.**

### **10.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

#### ***Текущий контроль***

Текущий контроль в ходе семестра: опрос в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, самостоятельная работа (реферат).

#### ***Промежуточная аттестация***

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-1 и ПК-2 сформированы не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области биохимии в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит во время экзамена. Экзамен проводится в конце семестра по билетам в устной форме. Билет содержит два вопроса, которые подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Ответ оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

**Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Свободные радикалы в биологических системах».**

Критерии и оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 2.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

### Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

#### Темы рефератов:

1. Возникновение и становление свободно-радикальной биологии как раздела биологических наук.
2. Окислительный стресс – понятие, биологическая роль, диагностика.
3. Особенности антиоксидантной защиты организма.
4. Краткий обзор внутриклеточных радикал-генерирующих систем.
5. Краткий обзор внутриклеточных антиоксидантных систем.
6. Антиоксидантная профилактика и терапия заболеваний.
7. Биофизические методы диагностики окислительного стресса в медицине.
8. Современные информационные системы для анализа и обработки информации в области свободно-радикальной биологии.

9. Свободная тема в области свободно-радикальной биологии, отличная от вышеперечисленных.

**Вопросы к экзамену:**

***На проверку сформированности компетенции ПК-1:***

1. Пути образования свободных радикалов в биологических системах.
2. Основные свободные радикалы, образующиеся в клетках, их характеристика.
3. Свободно-радикальные процессы в биологических системах: окислительная модификация липидов, белков и нуклеиновых кислот.
4. Антиоксидантная система: характеристика компонентов неферментативного звена.
5. Антиоксидантная система: характеристика компонентов ферментативного звена.
6. Фенольные антиоксиданты - биологическая роль в организме.
7. Флавоноидные антиоксиданты - биологическая роль в организме.
8. Свободнорадикальные патологии. Понятие окислительного стресса.
9. Атеросклероз и окислительная модификация липопротеинов низкой плотности.
10. Ишемическое и реперфузионное повреждение миокарда: роль свободных радикалов

***На проверку сформированности компетенции ПК-2:***

1. Супероксиддисмутаза – ключевой фермент системы антиоксидантной защиты.
2. Компоненты глутатионовой антиоксидантной системы и их роль в защите клеток от окислительного стресса.
3. Методы определения активности антиоксидантных ферментов.
4. Методы определения содержания неферментативных антиоксидантов.
5. Токоферолы. Роль в защите мембранных липидов от окислительного стресса.
6. Бронхолёгочная патология: роль свободных радикалов.
7. Канцерогенез: роль свободных радикалов.
8. Апоптоз: роль свободных радикалов.
9. Старение: роль свободных радикалов.
10. Показатели окислительного стресса и методы его регистрации.

**Образец экзаменационного билета:**

Вопрос №1. Пути образования свободных радикалов в биологических системах (на компетенцию ПК-1)

Вопрос №2. Методы определения активности антиоксидантных ферментов. (на компетенцию ПК-2)

**Форма экзаменационного билета представлена на рисунке.**

*МИНОБРНАУКИ РОССИИ*

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)  
Физический факультет*

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_\_\_\_**

1. ....

2. ....

Составитель \_\_\_\_\_ /Ф.И.О. преподавателя/  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы  
по дисциплине «Свободные радикалы в биологических системах»  
по направлению подготовки 03.04.02 Физика  
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного