

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский



» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Магнитный резонанс свободных радикалов Б1.В.ДВ.03.01

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Гафуров М.Р.

**Рецензент(ы):** Дуглав А.В.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Аганов А. В.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

## Содержание

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

Программу дисциплины разработал(а)(и) ведущий научный сотрудник, к.н. Гафуров М.Р. (НИЛ Реологические и термохимические исследования, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Marat.Gafurov@kpfu.ru

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- 1) Классификацию, природу и функциональную роль свободных радикалов в живых организмах и растениях.
- 2) Классификацию, природу и функциональную роль оксидантов и антиоксидантов в живых организмах и растениях.
- 3) Физические принципы методов детектирования, идентификации и изучения быстропротекающих химических процессов, свобонорадикальных реакций, наличия свободных радикалов.
- 4) Способы детектирования, идентификации и изучения быстропротекающих химических процессов, свобонорадикальных реакций, наличия свободных радикалов методами электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и ЭПР томографии

Должен уметь:

- 1) Регистрировать спектры ЭПР твердых образцов и водных растворов, в том числе содержащих свободные радикалы
- 2) Осуществлять первичную математическую обработку спектров ЭПР.
- 3) Классифицировать свободные радикалы, активные формы азота и кислорода

Должен владеть:

Приемами выбора подходящей спиновой ловушки, пробоподготовки твердых и жидких образцов для измерения методами ЭПР, приемами настройки и регистрации спектров ЭПР, математическим и вычислительным аппаратом для обработки спектров

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания и навыки при решении фундаментальных и практических задач в областях биофизики, биохимии и биомедицины.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Вводное занятие. Понятие свободных радикалов. Классификация свободных радикалов. Их роль в сельском хозяйстве, химической, пищевой промышленности, в нормальных и патологических процессах. Активные формы кислорода (АФК). Активные формы азота (АФА). Активные формы хлора, брома.	3	2	2	0	4
2.	Тема 2. Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Роль переходных металлов в свободнорадикальных процессах живых организмов и растений.	3	1	2	0	4
3.	Тема 3. Окислительный стресс. Роль АФК и АФА.	3	2	2	0	2
4.	Тема 4. Антиоксидантные и антирадикальные системы организма и растений: основные группы, функциональные и физиологические роли	3	1	2	0	4
5.	Тема 5. Способы детектирования и идентификации свободных радикалов.	3	2	2	0	4
6.	Тема 6. Введение в магнитный резонанс. Открытие ЭПР и ЯМР. Примеры применения методов магнитного резонанса для биохимических, биомедицинских исследований, свободно-радикальных реакций. Пробоподготовка образцов. Хранение образцов. Стационарные методы в магнитном резонансе. Блок-схема ЭПР спектрометра. Виды спектров ЭПР. Основные параметры сигнала ЭПР и способы их измерения. ЭПР томография. ЭПР оксиметрия.	3	4	2	0	8
7.	Тема 7. Устройство и основные параметры коммерческих спектрометров ЭПР. Влияние параметров спектрометра ЭПР на спектр ЭПР. Основные ошибки при настройке спектрометра, регистрации спектра и его расшифровке.	3	1	1	0	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. ЭПР в (слабо)вязких жидкостях. Азотные радикалы. Спектры ЭПР азотных радикалов в жидкостях и замороженных растворах. Применение азотных радикалов в качестве парамагнитных зондов в биомедицинских исследованиях. Спиновые метки и спиновые ловушки.	3	1	1	0	8
	Итого		14	14	0	44

## 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Вводное занятие. Понятие свободных радикалов. Классификация свободных радикалов. Их роль в сельском хозяйстве, химической, пищевой промышленности, в нормальных и патологических процессах. Активные формы кислорода (АФК). Активные формы азота (АФА). Активные формы хлора, брома.**

Виды и классификация свободных радикалов в живой и неживой природе. Кислород и его формы в живой и неживой природе. Физико-химические свойства триплетного кислорода, его активация и восстановление. Общие представления об активных формах кислорода (АФК). Определение АФК, свободных радикалов и активных форм азота (АФА). Нерадикальные и радикальные АФК и АФА. Химическая природа и роль активных форм азота, хлора и брома. Исторические аспекты и современные воззрения на свободнорадикальные теории химических реакций, старения и развития онкологических заболеваний.

**Тема 2. Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Роль переходных металлов в свободнорадикальных процессах живых организмов и растений.**

Понятия окислителя, восстановителя, восстановительного, окислительного, окислительно-восстановительного (редокс-) и стандартного окислительно-восстановительного потенциалов. Важнейшие термины IUPAC, относящиеся к редокс-процессам, АФК, АФА и связанным с ними химическим реакциям. Схема путей образования АФК и АФА в различных клеточных компартментах и тканях животных и растений. Свободные металлы и их комплексы в живых и растительных системах. Типы координационных комплексов и их биохимические свойства. Гемовые и другие важнейшие редокс-активные металл-содержащие белки у растений. Понятие каталитической активности переходных металлов.

**Тема 3. Окислительный стресс. Роль АФК и АФА.**

Определение окислительного стресса, его природа и последствия. Основные повреждения клетки, вызываемые при окислительном стрессе. Супероксидный радикал. Механизмы синтеза супероксида. Общие представления о регуляторной роли активных форм кислорода (АФК), свободных радикалов и активных форм азота (АФА).

**Тема 4. Антиоксидантные и антирадикальные системы организма и растений: основные группы, функциональные и физиологические роли**

Понятие и классификация антиоксидантов. Важнейшие антиоксиданты. Каталазы, супероксиддисмутазы и пероксидазы как пример важнейших ферментативных антиоксидантов растений. Аскорбиновая кислота и восстановленный глутатион – ключевые низкомолекулярные антиоксиданты растений. Другие важнейшие вещества с установленной антиоксидантной активностью. Роль систем связывания переходных металлов, репарации белков и нуклеиновых кислот в защите растительной клетки от окислительного стресса.

**Тема 5. Способы детектирования и идентификации свободных радикалов.**

Исторические и современные методы обнаружения и идентификации свободных радикалов. Биомаркеры. Флуорометрия и микроскопия. Спектрофотометрия. Хемилюминесценция. Электрохимия. Хроматография и масс-спектрометрия. Иммуно-химические методы. Сравнение методов. Преимущества и недостатки каждого из них. Перспективы титриметрического и технологического развития.

**Тема 6. Введение в магнитный резонанс. Открытие ЭПР и ЯМР. Примеры применения методов магнитного резонанса для биохимических, биомедицинских исследований, свободно-радикальных реакций. Пробоподготовка образцов. Хранение образцов. Стационарные методы в магнитном резонансе. Блок-схема ЭПР спектрометра. Виды спектров ЭПР. Основные параметры сигнала ЭПР и способы их измерения. ЭПР томография. ЭПР оксиметрия.**



Определение магнитного резонанса. Определение спектра и спектроскопии. Линии спектра, положение линий в спектре, ширина и интенсивность линии. Определение электронного парамагнитного резонанса. Определение ядерного магнитного резонанса. Магнитный момент ядер и атомов. Парамагнетизм. Открытие ЭПР и ЯМР. Связь магнитной восприимчивости и магнитно-резонансных методов. Особенности метода ЭПР и ЯМР. Величины электронных и ядерных магнитных моментов. Природа парамагнитных центров в биоматериалах, тканях и жидкостях человека и животных. Примеры применения ЭПР для детектирования свободных радикалов и их продуктов. Основы ЯМР и ЭПР томографии. Влияние кислорода на спектры ЭПР. ЭПР оксиметрия.

**Тема 7. Устройство и основные параметры коммерческих спектрометров ЭПР. Влияние параметров спектрометра ЭПР на спектр ЭПР. Основные ошибки при настройке спектрометра, регистрации спектра и его расшифровке.**

Основные узлы и устройство настольного спектрометра ЭПР LABRADOR. Включение спектрометра. Пробоподготовка. Настройка спектрометра. Переход в рабочий режим. Основные параметры настройки и регистрации спектра. Их влияние на соотношение сигнал/шум и вид спектра ЭПР. Основные ошибки при настройке спектрометра, регистрации спектра и его расшифровке. Способы их устранения. Выключение спектрометра.

**Тема 8. ЭПР в (слабо)вязких жидкостях. Азотные радикалы. Спектры ЭПР азотных радикалов в жидкостях и замороженных растворах. Применение азотных радикалов в качестве парамагнитных зондов в биомедицинских исследованиях. Спиновые метки и спиновые ловушки.**

Спин-ядерное взаимодействие. Усреднение движением. Изотропный спектр. Азотные радикалы. Стабильные азотные радикалы. Спектр ЭПР растворов азотных радикалов и их зависимость от внешних условий: типа растворителя, концентрации, значения pH, агрегатного состояния, наличия растворенного кислорода и др. Способы определения концентрации. Применение азотных радикалов в качестве спиновых меток и ловушек. Классификация спиновых ловушек.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лекции по медицинской биофизике Ю.А. Владимирова - <http://www.fbm.msu.ru/sites/biophys/stud/biophys/Matbiophys.php>

Методические пособия и лекции по магнитному резонансу - <http://gmamin.kpfu.ru/>

Основы ЭПР оксиметрии и томографии (на английском) - <https://epri.uchicago.edu/page/training>

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

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-1, ПК-3	2. Окислительно-восстановительные (редокс) реакции. Роль переходных металлов в свободнорадикальных процессах живых организмов и растений. 4. Антиоксидантные и антирадикальные системы организма и растений: основные группы, функциональные и физиологические роли 6. Введение в магнитный резонанс. Открытие ЭПР и ЯМР. Примеры применения методов магнитного резонанса для биохимических, биомедицинских исследований, свободно-радикальных реакций. Пробоподготовка образцов. Хранение образцов. Стационарные методы в магнитном резонансе. Блок-схема ЭПР спектрометра. Виды спектров ЭПР. Основные параметры сигнала ЭПР и способы их измерения. ЭПР томография. ЭПР оксиметрия. 7. Устройство и основные параметры коммерческих спектрометров ЭПР. Влияние параметров спектрометра ЭПР на спектр ЭПР. Основные ошибки при настройке спектрометра, регистрации спектра и его расшифровке. 8. ЭПР в (слабо)вязких жидкостях. Азотные радикалы. Спектры ЭПР азотных радикалов в жидкостях и замороженных растворах. Применение азотных радикалов в качестве парамагнитных зондов в биомедицинских исследованиях. Спиновые метки и спиновые ловушки.
2	Письменное домашнее задание	ПК-1, ПК-3	1. Вводное занятие. Понятие свободных радикалов. Классификация свободных радикалов. Их роль в сельском хозяйстве, химической, пищевой промышленности, в нормальных и патологических процессах. Активные формы кислорода (АФК). Активные формы азота (АФА). Активные формы хлора, брома. 4. Антиоксидантные и антирадикальные системы организма и растений: основные группы, функциональные и физиологические роли 5. Способы детектирования и идентификации свободных радикалов.
	<b>Зачет</b>	ПК-1, ПК-3	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

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

**Семестр 3**

**Текущий контроль**

**1. Письменная работа**

Темы 2, 4, 6, 7, 8

При проверке практических навыков особое внимание уделяется пониманию и выполнению следующих заданий.

- 1) Комплекс задач по расчету весовой и молярной концентрации парамагнитных центров и аддуктов при прободготовке образцов. Правильная пробоподготовка образцов.
- 2) Выбор нужного типа спиновой ловушки или контрастного агента для детекитрования указанного свободного радикала.
- 3) Определение оптимальных параметров регистрации спектра ЭПР для заданного образца и регистрация спектра ЭПР.
- 4) Комплекс задач на расчет положения линии при заданном g-факторе.
- 5) Комплекс задач по определению типа центра по спектру ЭПР.
- 6) Комплекс задач по расчету концентрации парамагнитных центров из ЭПР измерений.
- 7) Комплекс задач по презентации полученных данных

**2. Письменное домашнее задание**

Темы 1, 4, 5



Каждый из учащихся по выбору (собственному или преподавателя) подробно описывает один из методов детектирования и идентификации свободных радикалов, обращая особое внимание на физические аспекты метода и технические детали исполнения.

### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Что такое свободный радикал?
2. Какие свободные радикалы в организме человека вы знаете?
3. Что такое супероксидный радикал? Каково его строение, в какие реакции он может вступать? Какова роль супероксидного радикала в биологических процессах?
4. Реакция Фентона. Реакция Хабера-Вейса. Запишите их. Поясните, почему они так важны при изучении свободнорадикальных процессов в живых системах.
5. Какие ферменты участвуют в реакции супероксида и перекиси водорода? Напишите уравнение реакций и какова биологическая значимость каждой из них.
6. Что такое окись азота? Каковы основные источники их образования в живых системах.
7. Что вы знаете о радикале гидроксила?
8. Что такое перекисное окисление липидов? Нарисуйте схему реакций и поясните роль каждого элемента.
9. Приведите примеры первичных, вторичных и третичных радикалов.
10. Может ли быть у свободного радикала быть 2 неспаренных электрона? А три? Поясните ответ.
11. Что такое антиоксиданты? Перечислите известные Вам антиоксиданты (не менее 5). Каковы механизмы действия каждого из них?
12. Что такое полярные и неполярные растворители? Назовите примеры. Назовите примеры органических и неорганических растворителей.
13. Дайте расшифровку латинских понятий, широко применяемых в медицинской и биологической литературе in-vivo, in-vitro, in-situ, ex-vivo, postmortem.
14. Какие аналитические способы обнаружения и идентификации свободных радикалов вы знаете? Поясните преимущества и недостатки каждого из них.
15. Как устроен ЭПР спектрометр?
16. Определите значение g-фактора и константы сверхтонкой структуры из спектра ЭПР
16. Каковы основные параметры ЭПР спектрометра, влияющие на качество регистрируемого спектра?
17. Назовите типы спиновых ловушек, применяемых в спектроскопии ЭПР для детектирования свободных радикалов, активных форма кислорода и азота?

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

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

Для зачёта:

- 56 баллов и более - "зачтено".
- 55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

- 86 баллов и более - "отлично".
- 71-85 баллов - "хорошо".
- 56-70 баллов - "удовлетворительно".
- 55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	25
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	25

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

**7.1 Основная литература:**

1. Физика и биофизика. Руководство к практическим занятиям [Электронный ресурс]: учебное пособие / Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 336 с. - Режим доступа: Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970426777.html>
2. Внутренние болезни: Учебник / В.П. Царев, И.И. Гончарик. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 439 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=420107>
3. Медицинская и биологическая физика: Учебник / Ремизов А.Н. - 4-е изд., испр. и перераб. 2013. - 648 с. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970424841.html>
4. Патофизиология : учебник : в 2 т. / под ред. В. В. Новицкого, Е. Д. Гольдберга, О. И. Уразовой. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - Т. 1. - 848 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970435199.html>

**7.2. Дополнительная литература:**

1. Стационарный режим спектрометра ЭПР : настройка спектрометра и измерение спектров ЭПР на примере спектрометра X-диапазона фирмы Брукер серии Eleksys [Текст] : методическое пособие для подготовки специалистов в области магнитного резонанса / Ю.С. Кутьин, Г.В. Мамин, С.Б. Орлинский, А.В. Дуглав, М.Р. Гафуров. -Казань, 2016. - 55 с. Доступ в электронном виде на сайте КФУ [http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1841250310/X\\_band\\_CW.pdf](http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1841250310/X_band_CW.pdf)
2. Биологическая химия. Ситуационные задачи и тесты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Е. Губарева [и др.] ; под ред. А. Е. Губаревой. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 528 с. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970435618.html>

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

Лекции по биофизике в электронном формате - <http://www.fbm.msu.ru/sites/biophys/stud/biophys/Matbiophys.php>  
 Лекции по ЭПР в электронном формате - <http://www.gmamin.kpfu.ru>  
 Радикальные реакции в химии, технологии и живом организме - <http://lion.icp.ac.ru/e-learn/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие - лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время. Конспектирование лекций ? сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое ?конспектирование? приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.</p> <p>Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями ?важно?, ?хорошо запомнить? и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.</p> <p>Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.</p>
практические занятия	<p>Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.</p> <p>Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ. В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>самостоятельная работа студента - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).</p> <p>Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, не менее 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части - процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.</p> <p>Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, самостоятельное освоение программных средств расчета и обработки данных, экспериментальной аппаратуры.</p> <p>Для поиска современной научной литературы рекомендуется использовать специализированные научные поисковые системы, такие как scholar.google.com и БД Scopus (<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>).</p> <p>Подробно поиск в системе Scopus рассмотрен в методическом пособии: ОВ Дудникова Методика поиска в базе данных Scopus. Учебно-методическое пособие. / ОВ Дудникова // ЭОР Южного федерального университета <a href="http://library.sfedu.ru/DPO/Учебно-методическое%20пособие_Scopus2.pdf">library.sfedu.ru/DPO/Учебно-методическое%20пособие_Scopus2.pdf</a></p> <p>Для самостоятельного построения спектров ЭПР по заданным преподавателям параметрам, работы на симуляторе работы ЭПР спектрометра, освоения программных средств ПО 'Matlab' и пакета 'EasySpin' используйте Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по специальностям Математика, Информатика, Физика] / С. В. Поршнев Издание 2-е, исправленное Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2011 .- 736 с. : ил. ; 26 см. + 1 электр. опт. диск. (CD-ROM) (Учебники для вузов, Специальная литература) Библиогр. в конце гл. ISBN 978-5-8114-1063-7 ((в пер.)) , 1000. и Методическое пособие 'Использование программного модуля EasySpin в анализе спектров магнитного резонанса' / Г.В. Мамин, С.Б. Орлинский, Н.И. Силкин, И.Н. Субачева, Р.В. Юсупов // 2014. электронный образовательный ресурс <a href="http://gmamin.kpfu.ru/MRpract/easyspin.pdf">http://gmamin.kpfu.ru/MRpract/easyspin.pdf</a>.</p> <p>Тема самостоятельных работ определяется преподавателем индивидуально для студента (группы студентов) по результатам предварительного собеседования после части проведенных лекционных занятий.</p>
письменная работа	<p>Подготовку к письменной работе студент должен начать с ознакомления с планом курса, лекционными и практическими занятиями, которые отражают содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов основывается на проработке текущего материала, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к курсу. Все понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.</p> <p>Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на письменные вопросы, которые могут касаться как теоретических вопросов, так и экспериментальных деталей.</p> <p>Разрешается использование справочных материалов в любом доступном виде.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
письменное домашнее задание	<p>Особое внимание уделите работе с литературой и оформлению литературных источников. Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.</p> <p>Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;</li> <li>□ обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;</li> <li>□ фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;</li> <li>□ готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;</li> <li>□ работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;</li> <li>□ пользоваться реферативными и справочными материалами;</li> <li>□ контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;</li> <li>□ обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.</li> <li>□ пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);</li> <li>□ использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, ?словотворчество?;</li> <li>□ повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса.</li> </ul> <p>При оформлении списка литературы придерживайтесь следующих рекомендаций.</p> <p>Примеры библиографического описания документов (ГОСТ 7.1-2003)</p> <p>Книга с одним автором Балабанов, И.Т. Валютные операции / И.Т. Балабанов. - М.: Финансы и статистика, 1993. - 144 с.</p> <p>Книга с двумя или тремя авторами Киселев, В.В. Анализ научного потенциала / В.В. Киселев, Т.Е. Кузнецова, З.З. Кузнецов. - М.: Наука, 1991. - 126 с.</p> <p>Книга с четырьмя авторами и более Теория зарубежной судебной медицины: учеб. пособие / В.Н. Алисиевич [и др.]. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 40 с.</p> <p>Официальные документы Конституция (Основной закон) Российской Федерации: офиц. текст. - М.: Маркетинг, 2001. - 39 с.</p> <p>Из сборника Андреев, А.А. Определяющие элементы организации научно-исследовательской работы / А.А. Андреев, М.Л. Закиров, Г.Н. Кузьмин // Тез. докл. межвуз. конф. (Барнаул, 14-16 апр. 1997 г.). - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1997. - С. 21-32.</p> <p>Из журнала Гудков, В.А. Исследование молекулярной и надмолекулярной структуры ряда жидкокристаллических полимеров / В.А. Гудков // Химия. - 1991. - № 4. - С. 86-91.</p> <p>Статья из продолжающегося издания Колесова, В.П. К вопросу о реформе власти / В.П. Колесова, Е.Ю. Шуткина // Вестник Алтайской академии экономики и права. - 2001. - Вып. 5. - С. 47-50.</p>



Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>При подготовке к зачету следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на лекционных и практических занятиях. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к зачету на индивидуальных консультациях с преподавателем.</p> <p>Перечень вопросов зачета разрабатывается преподавателем, ведущим дисциплину. Вопросы составляются таким образом, что охватывают основные аспекты изучаемой дисциплины. Точные список возможных вопросов определяется преподавателем за 2 недели до планируемой даты его проведения. Тематика вопросов соответствует теоретическим навыкам, полученным на лекционных занятиях, и заданию, получаемому каждым студентом на практике. Оформление зачета выполняется на тетрадных листах или на бумаге формата А4. Страницы должны быть пронумерованы. Вверху справа первого листа указываются фамилия и инициалы студента, номер группы. Допускается использовать мобильные устройства. Оформление должно быть последовательным, грамотным, разборчивым. При возникновении вопросов по оформлению студенту следует обращаться за консультацией преподавателю. Время, отведенное на оформление определяется преподавателем. По окончании отведенного на выполнение контрольной работы времени отчет сдается преподавателю для проверки. Перед итоговым зачетом повторите пройденный материал, выпитесь.</p>

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

Освоение дисциплины "Магнитный резонанс свободных радикалов" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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

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

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

Освоение дисциплины "Магнитный резонанс свободных радикалов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



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

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

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Медицинская физика .