

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Ядерной физики
Кадменский С.Г.
30.06.2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.05.01 Ядерный магнитный резонанс

1. Код и наименование направления подготовки:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки/специализация: Физика наноматериалов и новых медицинских технологий

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра ядерной физики

6. Составители программы: д.ф.м.н., профессор, Кадменский Станислав Георгиевич

7. Рекомендована: НМС Физического факультета ВГУ протокол № 6 от 26.06.2020 г.

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2023/2024

Семестр(ы): 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Ознакомление студентов с историей открытия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и развития на его основе ЯМР-томографии. Задачей курса является освоение студентами основных методов, развитых в теории ядерного магнетизма и ядерного магнитного резонанса, и понимание базовых принципов реализации ЯМР-томографии.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс относится к Дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1. Дисциплина закладывает знания для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра и прохождения практик блока Б2.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<p>Знать: фундаментальные понятия, базовые модели, принципы и математические методы описания ядерного магнетизма и ядерного магнитного резонанса, а также границы их применимости;</p> <p>Уметь: ставить и решать конкретные прикладные задачи, связанные с усовершенствованием работы ЯМР-томографов;</p> <p>Владеть: базовыми теоретическими, математическими и компьютерными методами, используемыми при проектировании и изготовлении различных типов ЯМР-томографов с их приложениями для решения типовых задач.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. 3 /108.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия				
в том числе: лекции				
практические				
лабораторные				
Самостоятельная работа				
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 1 час.)				
Итого:				

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
	Ядерный магнетизм.	Магнитные дипольные моменты ядер. Гироманитные отношения ядра во внешнем магнитном поле. Парамагнетизм ядер. Ферромагнетизм ядер. Точка Кюри. Ларморовское расщепление уровней. Условия резонанса.
	Ядерный магнитный резонанс	Реализации при использовании 3-х магнитных полей. Уравнение Блоха. Переход во вращающуюся систему координат. Включение высокочастотного магнитного циркулярно-поляризованного поля. Углы поворота вектора намагничивания. Условия резонанса.
	Длительности импульсных последовательностей и масштабы времен релаксации	Различные типы импульсных последовательностей высокочастотных магнитных полей: П/2, П, 3/2П, 2П. Продольная и поперечная релаксации и их механизм. Масштаб времен релаксации.
	Типы импульсных воздействий и способы измерения времен релаксации.	Типы импульсных воздействий. «Спиновое эхо». Способы измерения продольных и поперечных времен релаксаций.
	История создания ЯМР-томографии и устройство ЯМР-томографов.	История ЯМР-томографии. Типы и базовые компоненты ЯМР-томографов. Магнитные системы, градиентные поля. Нормальные и сверхпроводящие магниты и их характеристика. Компьютерные системы обработки информации. Локальные измерения времен релаксации. Обратная связь в томографе.
2. Практические занятия		
3. Лабораторные работы		
3.1	Ядерный магнетизм.	
3.2	Ядерный магнитный резонанс	
3.3	Длительности импульсных последовательностей и масштабы времен релаксации	
3.4	Типы импульсных воздействий и способы измерения времен релаксации.	
3.5	История создания ЯМР-томографии и устройство ЯМР-томографов.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п / п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекц.	Практ.	Лабор.	Сам. раб.	Всего
	Ядерный магнетизм.					
	Ядерный магнитный резонанс					
	Длительности импульсных последовательностей и масштабы времен релаксации					
	Типы импульсных воздействий и способы измерения времен релаксации.					
	История создания ЯМР-томографии и устройство ЯМР-томографов.					
	Итого:					

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Блюмих, Бернارد. Основы ЯМР. Для ученых и инженеров / Б. Блюмих; пер. с англ. П.А. Белякова; под ред. В.П. Ананикова. — Москва: Техносфера, 2011.— 252 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Ядерный магнитный резонанс и ЯМР-томография: учеб. пособие для вузов: [для студ. 5 к. физ. фак. направления 010700 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т; сост. С.Г. Кадменский. — Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2012.— 34 с.
3	Блюмих, Бернارد. Основы ЯМР / Б. Блюмих; пер. с англ. Н.Е. Агаповой. — М.: Техносфера, 2007.— 152 с.
4	Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса / Ч.Сликтер. – М.: Мир, 1984.
5	Блох А. Резонансная ЯМР спектроскопия / А. Блох. – М., Мир. 1971.
6	Петров С. ЯМР-томография / С. Петров. – Воронеж. 1989.
7	Эрнст Р. Р. ЯМР в одном и двух измерениях / Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Вокаун. – М.: Мир, 1990.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет) *:

№ п/п	Источник
8	www.lib.vsu.ru –ЗНБ ВГУ
9	http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-38.pdf

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: ноутбук, мультимедиа-проектор, экран	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 30

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-...	Знать:	Раздел (тема) Наименование	
	Уметь:	Раздел (тема) Наименование	Тест № 1
ОПК-...	Знать:		
	Уметь:		Тест № 2
	Владеть:		Практическое задание Ситуационная задача
ПК	Знать:		
	Уметь:		
	Владеть:		Курсовая работа
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

(как пример):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять, решать
- 5) владение способами

или (как пример):

владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание, умение, владение.....</p> <p>ИЛИ</p> <p>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области...</p>	Повышенный уровень	Отлично
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано, или содержатся отдельные пробелы.....</p> <p>ИЛИ</p> <p>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен, допускает ошибки при.....</p>	Базовый уровень	Хорошо
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания..., или не умеет....., или имеет не полное представление....., допускает существенные ошибки...</p> <p>ИЛИ</p> <p>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен, не умеет применять.... Не умеет</p>	Пороговый уровень	Удовлетворительно
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.....</p>	–	Неудовлетворительно

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

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету): (нужное выбрать)

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах) *(указать нужное): устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные, эссе, сочинения, выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы и пр.); тестирования; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа, портфолио и др.)*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности *(указывает реальную структуру)*.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок *(нужное выбрать)*. Критерии оценивания приведены выше.