

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 17.03.2026 10:04:09 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Радиоспектроскопия" по направлению подготовки (специальности) 03.04.03 Радиофизика направленности (профилю) Электронные и информационные устройства робототехнических систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Радиоспектроскопия**

Направление подготовки (специальность)

03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль)

Электронные и информационные устройства робототехнических систем

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год набора 2026

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Радиоспектроскопия" по направлению подготовки (специальности) 03.04.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Электронные и информационные устройства робототехнических систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 3

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Радиоспектроскопия» ставит своей целью дать расширенное представление об электронном парамагнитном резонансе (ЭПР) и ядерном магнитном резонансе (ЯМР), как об основных радиофизических методах исследования состояния вещества в конденсированном состоянии, о различных методиках применения этих методов для исследования твердых тел, жидких кристаллов и жидкостей.

Задачей курса является изучение теоретических основ методов ЭПР и ЯМР, обретение навыков использования этих методов для исследования вещества и применения его в химии, медицине, биологии и различных отраслях науки и техники.

Индикаторы достижения компетенций:

ПК-1.1. Обладает знаниями в своей области научно-исследовательской деятельности о принципах работы, устройстве, технических возможностях радиоизмерительного оборудования; контроле технического состояния радиоэлектронных систем и перспективы их совершенствования; способах настройки радиоэлектронных систем; технологии автоматической обработки информации; методах и способах калибровки контрольно-измерительных приборов.

ПК-1.2. Демонстрирует умение настройки, диагностики и оценки технического состояния радиоэлектронных систем в своей научно-исследовательской деятельности.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) использования в своей научно-исследовательской деятельности тестирования работы, настройки, мониторинга технического состояния, устранения неисправностей и проверки функционирования радиоэлектронных систем.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.01.01

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Специальный радиофизический практикум (основы робототехники)

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Производственная практика (преддипломная практика)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПК-1: Способен использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание принципов работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования.**

#### Знать:

Для достижения индикатора ПК-1.1: Знать в своей области научно-исследовательской деятельности о принципах работы, устройстве, технических возможностях радиоизмерительного оборудования; контроле технического состояния радиоэлектронных систем и перспективы их совершенствования; способах настройки радиоэлектронных систем; технологии автоматической обработки информации; методах и способах калибровки контрольно-измерительных приборов (о месте методов радиоспектроскопии: электронного парамагнитного (ЭПР) и ядерного магнитного резонанса (ЯМР) среди других методов исследования, о разделении методов радиоспектроскопии на методики в зависимости от агрегатного и фазового состояния вещества, его структуры, естественной распространенности химических элементов, наличия или отсутствия у исследуемых ядер квадрупольного момента; о методах переноса поляризации магнитных ядер, методах расчета структурных параметров из спектров ЭПР и ЯМР; о ядерной магнитной томографии и визуализации внутренней структуры живых организмов, о преимуществах и недостатках методов радиоспектроскопии; о том, как использовать в своей научно-исследовательской деятельности знаний современных проблем и новейших достижений в области исследования вещества радиофизическими методами, в том числе и методами радиоспектроскопии)

#### Уметь:

Для достижения индикатора ПК-1.2: Уметь производить настройки, диагностики и оценки технического состояния радиоэлектронных систем в своей научно-исследовательской деятельности (выбрать из множества методик ЭПР и ЯМР-спектроскопии нужную в зависимости от свойств и состояния исследуемого вещества и применить ее на практике, провести поиск и анализ научной литературы по применению и развитию методов радиоспектроскопии; самостоятельно ставить научные задачи в области исследования вещества методами радиоспектроскопии и решать их с использованием современных спектрометров ЭПР и ЯМР и других приборов и оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта)



**Владеть:**

Для достижения индикатора ПК-1.3: Владеть навыками использования в своей научно-исследовательской деятельности тестирования работы, настройки, мониторинга технического состояния, устранения неисправностей и проверки функционирования радиоэлектронных систем (навыками извлечения информации о структуре и состоянии вещества из спектров ЭПР и ЯМР и времен релаксации намагниченности; владеть информацией обо всех методиках исследования вещества методом радиоспектроскопии, чтобы из них выбрать методику, нужную для данного конкретного случая; навыками работы на современном отечественном и зарубежном ЭПР и ЯМР-оборудовании)

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	о месте методов радиоспектроскопии: электронного парамагнитного (ЭПР) и ядерного магнитного резонанса (ЯМР) среди других методов исследования, о разделении методов радиоспектроскопии на методики в зависимости от агрегатного и фазового состояния вещества, его структуры, естественной распространенности химических элементов, наличия или отсутствия у исследуемых ядер квадрупольного момента;
3.1.2	о методах переноса поляризации магнитных ядер, методах расчета структурных параметров из спектров ЭПР и ЯМР;
3.1.3	о ядерной магнитной томографии и визуализации внутренней структуры живых организмов, о преимуществах и недостатках методов радиоспектроскопии; о том, как использовать в своей научно-исследовательской деятельности знания современных проблем и новейших достижений в области исследования вещества радиофизическими методами, в том числе и методами радиоспектроскопии;
3.1.4	круг физических проблем, которые можно решить методом ЯМР и знать, как их решить самостоятельно в данном конкретном случае.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	выбрать из множества методик ЭПР и ЯМР-спектроскопии нужную в зависимости от свойств и состояния исследуемого вещества и применить ее на практике, провести поиск и анализ научной литературы по применению и развитию методов радиоспектроскопии;
3.2.2	самостоятельно ставить научные задачи в области исследования вещества методами радиоспектроскопии и решать их с использованием современных спектрометров ЭПР и ЯМР и других приборов и оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками извлечения информации о структуре и состоянии вещества из спектров ЭПР и ЯМР и времен релаксации намагниченности;
3.3.2	владеть информацией обо всех методиках исследования вещества методом радиоспектроскопии, чтобы из них выбрать методику, нужную для данного конкретного случая;
3.3.3	навыками работы на современном отечественном и зарубежном ЭПР и ЯМР-оборудовании.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану: 72 в том числе: аудиторные занятия: 28 самостоятельная работа: 43,8 контактная работа: 28,2 ИКР: 0,2	Виды контроля в семестрах:  зачеты 3

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Радиоспектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс			



1.1	Радиоспектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Спектры ЭПР органических радикалов в жидкостях. Спектры ЭПР органических радикалов в твердых телах. Спектры ЭПР органических молекул в триплетном состоянии. Спектры ЭПР неорганических радикалов. Спектры ЭПР элементов промежуточных групп. Расщепление в нулевом поле для триплетных состояний. Ионы, имеющие спин больше 1. /Лек/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Радиоспектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс /Лаб/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам. /Ср/	3	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 2. Ядерный магнитный резонанс</b>				
2.1	Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). ЯМР и структура твердого тела. Двух- и трехспиновые системы. Реориентационные движения в твердых телах. Сужение линий ЯМР в твердых телах. Сужение линий ЯМР в твердых телах с помощью вращения образца под магическим углом и импульсных воздействий. Импульсные последовательности для получения спектров высокого разрешения в твердых телах. Спиновая температура. ЯМР редких ядерных спинов и кросс- поляризация. Двойной резонанс. Эффект Оверхаузера. ЯМР в твердом теле при наличии квадрупольных взаимодействий. ЯМР- томография. /Лек/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Ядерный магнитный резонанс. /Лаб/	3	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам. /Ср/	3	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Применение методов электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонанса в науке, медицине и производстве</b>				
3.1	Применение методов электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонанса в химии, биологии, минералогии, медицине и технике. /Лек/	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Применение методов электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонанса. Подготовка к лабораторным работам. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Проработка лекционного материала. /Ср/	3	15,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Иная контактная работа</b>				
4.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	3	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Собеседование и отчет по лабораторным работам  
Тест  
Зачет



### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерные вопросы для собеседования по лабораторным работам:

1. Какие частицы являются парамагнитными?
2. Как рассчитывается g-фактор для спинового и орбитального магнетизма?
3. Как рассчитывается g-фактор в случае спин-орбитальной связи?
4. Назовите факторы "замораживания" орбитального движения.
5. Чем определяется ширина линии ЭПР?
6. Чем определяется анизотропия g-тензора?
7. Назовите виды взаимодействий между ядерными спинами.
8. Почему диполь-дипольное взаимодействие ядерных спинов часто оказывается вредным?
9. Какие существуют способы сужения линий в твердых телах?
10. Условия, налагаемые на скорость вращения образца и мощность радиочастотных импульсов
11. Какая часть диполь-дипольного взаимодействия усредняется в случае вращения образца под магическим углом, а какая в случае импульсного воздействия?
12. Как рассчитывается средний гамильтониан диполь-дипольного взаимодействия одностипных ядерных спинов при использовании четырехимпульсного цикла WHN-4?
13. В чем преимущество ЯМР высокого разрешения в твердых телах и жидкостях?
14. Какова схема проведения эксперимента спин-локинга для измерения времени спин-решеточной релаксации во вращающейся системе координат?
15. Почему в условиях спин-локинга зеемановская и дипольная системы сильно взаимодействуют друг с другом?
16. Исследование диффузионных и реориентационных движений методом спин-локинга.
17. Что такое кросс-поляризация ядерных спинов и каковы условия ее реализации?
18. Какова схема проведения эксперимента для наблюдения резонанса редких спинов?
19. Для чего в эксперименте для наблюдения резонанса редких спинов необходимо обеспечить выполнение условия «спиновой развязки»?
20. Почему после теплового контакта с распространенными спинами температура спиновой системы редких спинов существенно понижается?
21. Какова степень увеличения чувствительности резонанса редких спинов в эксперименте с кросс-поляризацией по сравнению с непосредственной регистрацией сигнала ЯМР?
22. В чем суть двухквантовой спектроскопии ЯМР в твердых телах?
23. Приведите схемы импульсных последовательностей при двухквантовой Фурье-спектроскопии?
24. Как рассчитывается длительность двухквантового 90-градусного импульса?
25. Что такое химическая поляризация ядер?
26. Что такое электронно-ядерный эффект Оверхаузера?
27. Как рассчитать коэффициент усиления за счет динамической поляризации ядер в результате электронно-ядерного эффекта Оверхаузера?
28. Каковы принципы построения изображений (по плотности спинов, по T1, по T2) в ЯМР-томографии?

Типовой тест:

- 1) Каков порядок ширины линии ЭПР?
  - а) 1 Гц
  - б) 1 кГц
  - в) 1 МГц
- 2) Какова причина возникновения сверхтонкой структуры спектров ЭПР?
  - а) Взаимодействие неспаренного электрона с электроном со спином S.
  - б) Взаимодействие неспаренного электрона с ядром со спином I.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету:

1. Спиновый гамильтониан. Сверхтонкое взаимодействие. Механизм сверхтонкого взаимодействия.
2. Спиновая плотность неспаренного электрона. Соотношение Мак-Коннела.
3. g-Тензор в кристаллах. Теория g-тензора. Эффективный спиновый гамильтониан.
4. Энергетические уровни d-электронов. d-Орбитали свободного иона.
5. Расщепление в поле лигандов.
6. Комплексы с правильной и искаженной конфигурацией.
7. Теорема Крамерса. g-тензор ионов с  $S = 1/2$ .
8. Расщепление в нулевом поле для ионов в триплетном состоянии.
9. Ядерный магнитный резонанс и структура твердого тела. Двух- и трехспиновые системы.
10. Реориентационные движения в твердых телах.
11. Импульсное измерение моментов линии.
12. Сужение линий ЯМР в твердых телах. Средний гамильтониан диполь-дипольного взаимодействия.



13. Сужение линий ЯМР в твердых телах с помощью вращения образца под магическим углом и импульсных воздействий.
14. Импульсные последовательности для получения спектров высокого разрешения в твердых телах.
15. Резонанс редких спинов. Соотношение Хартмана-Хана. Импульсные последовательности для наблюдения спектров высокого разрешения редких спинов.
16. Спиновая температура.
17. ЯМР редких ядерных спинов и кросс-поляризация.
18. Двойной резонанс. Эффект Оверхаузера.
19. ЯМР в твердом теле при наличии квадрупольных взаимодействий.
20. ЯМР-томография.
21. Применение ЭПР и ЯМР в химии и биологии.
22. Применение ЭПР и ЯМР в медицине и промышленности.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерии оценивания собеседования и отчета по лабораторным работам:

В процессе выполнения лабораторной работы каждый студент составляет индивидуальный отчет, который включает расчетную часть, а также аналитическую часть и выводы. По подготовленному отчету проводится собеседование.

Лабораторная работа засчитывается студенту, если он представил правильно оформленный отчет, владеет методикой обработки экспериментальных данных; усвоил теоретический материал по данной теме (последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, уверенно отвечает на вопросы). Допускаются незначительные неточности в оформлении и ответах на вопросы.

Лабораторная работа не засчитывается студенту в случаях: наличия ошибок в расчетах, неправильного оформления отчета, искажающего смысл задания, существенных ошибок при ответах на вопросы.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в два этапа. На первом этапе промежуточной аттестации проводится тестирование, осуществляемое во время лекционных занятий. На втором этапе студент отвечает на вопросы зачетного билета. Зачетный билет содержит 1 теоретический вопрос. Во время подготовки можно использовать справочные материалы.

Критерии оценивания теста:

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Важнейшими достоинствами тестов являются:

- 1) экономия времени преподавателя
- 2) возможность поставить всех студентов в одинаковые условия
- 3) возможность разработки равноценных по трудности вариантов вопросов
- 4) возможность проверить обоснованность оценки
- 5) уменьшение субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями

Первый этап зачета – тестирование. Студент отвечает на вопросы теста во время проведения лекционных занятий. Всего вопросов в тесте 42. Каждый правильный ответ – 0,5 балла. Максимальное количество баллов – 21.

Чтобы тест был "зачтен", студент должен набрать минимум 14 баллов.

Если тест "не зачтен", то до второго этапа экзамена студент не допускается.

Критерии оценивания зачета:

Второй этап зачета. Студент отвечает на теоретические вопросы билета. Максимальный балл за ответы по билету – 70.

Критерии оценивания теоретических вопросов билета:

Характеристики ответа:

1) Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин по другим вопросам билета (40-70 баллов).

2) Не может правильно ответить на вопрос базового уровня (0-39 баллов). При подведении итогов баллы, полученные за два этапа, суммируются.

0-59 баллов – "не зачтено";

60-100 баллов - "зачтено".



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Сергеев Н. А., Рябушкин Д. С.	Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233789">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233789</a> )	Москва : Логос, 2013	ЭБС
Л1.2	Альтшулер С. А.	Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=477788">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=477788</a> )	Москва : Издательство Наука, Главная редакция физико - математической литературы, 1972	ЭБС
Л1.3	Абрагам А., Блини Б., Скродцкий Г. В., Альтшулер С. А.	Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483226">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483226</a> )	Москва : Мир, 1972	ЭБС
Л1.4	Гайсин Н. К.	Ядерная магнитная релаксация и молекулярное движение в органических кристаллах: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=500868">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=500868</a> )	Казань : Казанский национальный исследовательск ий технологический университет (КНИТУ), 2016	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Роберте Д., Блюменфельд Л. А.	Ядерный магнитный резонанс: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=222467">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=222467</a> )	Москва : Издательство иностранной литературы, 1961	ЭБС
Л2.2	Федотов М. А.	Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76645">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76645</a> )	Москва : Физматлит, 2010	ЭБС

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Чернов В. М., Бутаков А. В.	Лабораторный практикум по ядерному магнитному резонансу ( <a href="https://library.csu.ru/rbooks2/view?code=local/46092/46092">https://library.csu.ru/rbooks2/view?code=local/46092/46092</a> )	Челябинск : Издательство Челябинского государственног о университета, 2024	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. - URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. - URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. - URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
Э5	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. - URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Радиоспектроскопия" по направлению подготовки (специальности) 03.04.03 "Радиофизика" направленности (профилю) Электронные и информационные устройства робототехнических систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 9

Adobe Connect Acrobat

LMS Moodle

OpenOffice

Adobe Reader

WinDjView

### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс]: база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992. - URL: <http://www.lib.csu.ru/zgate/scripts/zgate.exe?Init+ruslanl.xml,simple.xml+rus>
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society: сайт. — Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный. - URL: <http://journals.aps.org/about>
3. Web of Science: мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный. – URL:<https://apps.webofknowledge.com>
4. Scopus: реферативная база данных / Elsevier BV. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.- URL: <http://www.scopus.com/>
5. Springer Link: [сайт]. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный. - URL: <http://link.springer.com/>

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

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, а также аудитории для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Лабораторные занятия проходят в учебной лаборатории радиоспектроскопии (аудитория 129 учебный корпус №1). Материально-техническое обеспечение приведено в паспорте лаборатории.

Для самостоятельной работы студента используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медиацентр) (учебный корпус №1), оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Радиоспектроскопия» осуществляется на лекциях, лабораторных занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекции составляют основу теоретической подготовки студентов с целью понимания ими сущности дисциплины. Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку. В ходе лекционных занятий нужно конспектировать учебный материал, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений. Лекции должны активизировать познавательную деятельность обучающихся, вызывать интерес к поставленным проблемам и направлениям развития в профессиональной области, формировать их профессиональный кругозор, аналитические качества, творческий подход к изучению дисциплины, определять направления дальнейшего самостоятельного изучения и практического освоения в данной области. Изложение материала лекций должно носить проблемный, инновационный характер, способствующий формированию и развитию соответствующих компетенций. Преподавателю необходимо опираться на основную литературу, представленную в рабочей программе данной дисциплины, а также на учебные пособия, монографии, научные статьи и периодические издания известных специалистов в данной области.

Лабораторные занятия предназначены для приобретения опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется преподавателем перед проведением лабораторных занятий. На лабораторных занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе прохождения производственной практики.



Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного курса, выполнение всех заявленных в рабочей программе видов самостоятельной работы (выполнение домашних заданий, подготовку к контрольным работам в виде собеседований). Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников. В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. Очень полезно дорабатывать свой конспект лекций, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.



**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:**

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 04 от 05.02.2026

Председатель Ученого совета  
физического факультета

согласовано

М.А. Загребин

**Заседанием кафедры радиофизики и электроники**

Протокол заседания № 07 от 03.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

А.В. Бутаков

Автор (составитель)

А.В. Бутаков

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ»  
от «13» апреля 2021 г. № 274-1**