

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.11.2023 16:27:00  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
«01» марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕТОДЫ ХИМИИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**

(Начало подготовки – 2021 год)

Специальность

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

Специализация:

**Радиационная химия и радиационное материаловедение**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **радиационной технологии**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.ДВ.02.02

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Зав. кафедрой РТ  Доцент		профессор И.В. Юдин,  С.Л. Панасюк

Рабочая программа дисциплины «Методы химии высоких энергий» обсуждена на заседании кафедры радиационной технологии протокол от 17 февраля 2021г. № 2.  
Заведующий кафедрой

И.В. Юдин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета протокол от « 25 » февраля 2021\_ № 5  
Председатель

А.П. Сусла

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология материалов современной энергетики»		профессор И.В. Юдин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.3.2. Лабораторные занятия.....	09
4.4. Самостоятельная работа.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	09
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	09
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	10
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	10

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<b>ПК-3</b> Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	<b>ПК-3.6</b> Проведение исследований в области взаимодействия излучения высоких энергий с веществами и материалами	<b>Знать:</b> теоретические основы каждого из изученных методов анализа, способы обработки результатов кинетических измерений и оценки погрешностей эксперимента. (З-1) <b>Уметь:</b> выбирать оптимальные методы изучения конкретных объектов и явлений, аппаратуру и способы обработки экспериментальных данных. (У-1) <b>Владеть:</b> навыками проведения измерений с использованием стандартных приборов и исследовательских установок (Н-1), приемами и методами вычисления не исключенной систематической и случайной погрешностей обработке результатов аналитических определений (Н-2).

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчиком РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.02.02) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физико-химические методы исследования», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Основы ядерной физики и дозиметрии».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при освоении дисциплин «Радиационная химия», «Радиационное материаловедение», в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия (в том числе на практическую подготовку)	18 (6)
лабораторные работы	--
курсовое проектирование (КР или КП)	--
КСР	4
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Инд. задание
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

## 4. Содержание дисциплины.

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение. Основные понятия и примеры релаксационных методов исследования.	4	1	-	2	ПК-3.8

2.	Релаксационные методы с однократным возмущением. Методы остановки реакции. Струевые кинетические методы, матричная изоляция активных промежуточных продуктов	4	2	-	8	ПК-3.8
3.	Импульсный фотолиз (ИФ).	4	2	-	8	ПК-3.8
4.	Импульсный радиолиз (ИР).	6	3	-	8	ПК-3.8
5.	Методы описания кинетики радикальных и цепных реакций, причины обрыва цепи.	4	4	-	8	ПК-3.8
6.	Метод ЭПР в радиационной химии.	6	2	-	8	ПК-3.8
7.	Термостимулированная люминесценция (ТСЛ).	4	2	-	4	ПК-3.8
8.	Лиолюминесценция (ЛЛ).	4	2	-	4	ПК-3.8
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>50</b>	

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Введение. Основные понятия и примеры релаксационных методов исследования. Способы образования возбужденных состояний. Принцип Франка-Кондона. Электрический разряд. Термическая активация. Ионизирующее излучение. Хемилюминесценция. Лазеры. Свойства возбужденных молекул. Пути превращений энергии возбуждения. Диаграмма Яблонского.	4	Слайд-презентация
2.	Релаксационные методы с однократным возмущением. Методы остановки реакции. Струевые кинетические методы, матричная изоляция активных промежуточных продуктов	4	Слайд-презентация
3.	Импульсный фотолиз (ИФ). Источники света для ИФ. Метод прерывистого освещения. Лазерный ИФ. Применение ИФ для исследования промежуточных продуктов и состояний. Метод переноса энергии возбуждения. Кинетическая обработка результатов измерений.	4	Слайд-презентация
4.	Импульсный радиолиз (ИР). Экспериментальная техника импульсного радиолиза. Методы регистрации короткоживущих частиц. Возможности метода импульсного радиолиза. Дозиметрия импульсного ионизирующего излучения. Сравнение действия света и ионизирующего излучения. ИР органических и неорганических соединений. Практическое применение ИР.	6	Слайд-презентация
5.	Методы описания кинетики радикальных и цепных реакций, причины обрыва цепи. Обработка	4	Слайд-презентация

	экспериментальных кинетических данных. Вычисление констант скоростей химических реакций. Полуэмпирические и эмпирические методы расчета энергий активации процесса. Последовательно-параллельные реакции и реакции с равновесными стадиями. Неравновесные химические реакции. Теория столкновений в жидкости, эффект «клетки». Реакции свободных радикалов. Цепные неразветвленные и разветвленные реакции. Цепные реакции с вырождением разветвленных цепей.		
6.	Метод ЭПР в радиационной химии. Структуры свободных радикалов в облученных матрицах. Анализ структуры реакционных центров на основании результатов данных ЭПР. Методические приемы, повышающие информативность результатов анализа. Спиновые ловушки.	6	Слайд-презентация
7.	Термостимулированная люминесценция (ТСЛ). Оценка термической стабильности ловушки по кривой термовысвечивания. Способы определения энергетической глубины ловушки. Преимущества термолюминесцентной дозиметрии ИИ. Факторы, влияющие на результаты измерений.	4	Слайд-презентация
8.	Лиолюминесценция (ЛЛ). Индикаторная и собственная ЛЛ. Квантовые выходы возбуждения и высвечивания. Чувствительность метода ЛЛ. Виды хемилюминесцентных индикаторов. Примеры плодотворного сопоставления результатов изучения структуры радиационных дефектов методами ЭПР, ТСЛ и ЛЛ.	4	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Объем, акад. часы		Инновационная форма
			Всего	В том числе на практич.чesk. подгот.	
1	1	Пути подведения энергии к молекуле. Короткоживущие активные частицы. Неравновесность их концентрации. Первоначальная негомогенность их пространственного распределения. Многоканальность и практическая одновременность физических, физико-химических и химических процессов. Основные разделы химии высоких энергий.	1		Слайд-презентация

2	1	Возбужденные состояния. Вращательное и колебательное возбуждение. Электронное возбуждение. Распределение энергии по степеням свободы. Ионизация внешних и внутренних оболочек. Особенности процессов в конденсированной среде. Особенности процессов на границе раздела фаз.	2		Слайд-презентация
3	3	Внутримолекулярные процессы перераспределения энергии (электронно-колебательные, колебательно-колебательные, колебательно-вращательные процессы, автоионизация). Внутримолекулярный перенос заряда и свободной валентности. Межмолекулярные процессы передачи энергии (упругие и неупругие соударения, ударная ионизация). Межмолекулярный перенос заряда и возбуждения. Особенности процессов в конденсированной фазе и на границе раздела фаз.	2		Слайд-презентация
4	4	Импульсный фотолиз (ИФ). Лазерный ИФ. Струевые кинетические методы. Непрерывная струя. Ускоренная струя. Методы преддействия и последствия. Применение ИФ для исследования промежуточных продуктов и состояний. Метод переноса энергии возбуждения. Кинетическая обработка результатов измерений.	3		Слайд-презентация
5	5	Типы активных частиц и методы их исследования Одиночные частицы (электронно- и колебательно-возбужденные частицы, атомы и радикалы, ионы, свободный, квазисвободный и сольватированный электрон, ион-радикалы). Сольваты и кластеры. Квазичастицы в конденсированной фазе (поляроны, дырки, экситоны, плазмоны и др.).	2		Слайд-презентация
6	5,6	Прямые методы в импульсных условиях (милли-, микро-, нано-, пико- и фемтосекундные). Косвенные методы (метод акцептора). Релаксационные	4	3	Мастер-класс



		методы. Метод ЭПР. Метод спиновых ловушек. Ионно-молекулярные реакции. Перенос заряда, возбуждения и свободной валентности. Реакции диссоциации, отрыва, присоединения и замещения. Особенности процессов в кластерах, в конденсированной фазе, на границе раздела фаз			
7	7	Методы описания кинетики радикальных и цепных реакций, причины обрыва цепи. Обработка экспериментальных кинетических данных. Вычисление констант скоростей химических реакций. Полуэмпирические и эмпирические методы расчета энергий активации процесса. Последовательно-параллельные реакции и реакции с равновесными стадиями. Неравновесные химические реакции. Теория столкновений в жидкости, эффект «клетки». Реакции свободных радикалов. Цепные неразветвленные и разветвленные реакции. Цепные реакции с вырождением разветвленных цепей.	2	2	Слайд-презентация
8	4,5	Определение количества и качества переданной энергии (эргометрия). Абсолютные и относительные методы определения поглощенной в веществе энергии. Методы расчета энергии, пошедшей на химические процессы. Эффективность химического использования энергии данного типа воздействия. Дозиметрия в радиационной химии. Актинометрия в фотохимии. Методы определения энергии в других разделах ХВЭ.	2	1	Слайд-презентация

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

Не предусмотрены учебным планом.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма текущего контроля
1	История развития релаксационных методов исследования	2	Устный опрос
2	Струевые методики изучения гомогенных процессов, матричная изоляция активных промежуточных	8	Устный опрос
3	Импульсный фотолиз конденсированных систем	8	Устный опрос
4	Импульсный радиолиз конденсированных систем	8	Устный опрос
5	Математическое моделирование кинетики в системах с большим количеством последовательно- параллельных	8	Письменный опрос
6	Метод ЭПР в радиационной химии	8	Устный опрос
7	Термостимулированная люминесценция в дозиметрии ионизирующего излучения	4	Устный опрос
8	Люминесценция неорганических твердых тел	4	Устный опрос
	Всего	50	

#### 4.5 Темы индивидуальных заданий

**Индивидуальное задание** – идентификация структур парамагнитных частиц по представленным спектрам ЭПР и другим характеристикам.

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в 6 семестре.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 20 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Импульсный радиолиз. Фотометрическая и люминесцентная регистрация короткоживущих продуктов.
2. Составьте алгоритм экспериментальной оценки величины квантового выхода лиолюминесценции.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

- 1 Экспериментальные методы химии высоких энергий: учебное пособие /Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова; Под общ. ред. М.Я.Мельникова. – Москва : МГУ, 2009. – 824 с.- ISBN 978-5-211-05561-2
2. Чумак, Н.В. Спектрофотометрия в радиационной химии органических соединений: учебное пособие / Н.В.Чумак, И.В.Юдин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии. – СПбГТИ(ТУ), 2008.- 30 с.
3. Чумак, Н.В. Лиоллюминесцентный метод исследования радиационных дефектов: методические указания / Н.В.Чумак, И.В.Юдин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии. - СПбГТИ(ТУ), 2009.- 14 с.

### **б) электронные учебные издания<sup>4</sup>:**

1. Спектрофотометрические методы анализа в производстве материалов современной энергетики: учебное пособие / Ж.Б. Лютова, А.А. Персинен, Н.В. Чумак, И.В. Юдин. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2016. - 56 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
2. Чумак, Н.В. Лиоллюминесцентный метод исследования радиационных дефектов: методические указания / Н.В.Чумак, И.В.Юдин.- Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ),, 2009.- 14 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
3. Юдин И.В. Радиоллиз растворов многоатомных спиртов. Образование неперделельных карбонильных продуктов : учебное пособие / И.В. Юдин, Ж.Б. Лютова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра радиационной технологии – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. - 62 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 14.02.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей

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

1. С. А. Кабакчи, Г. П. Булгакова. Радиационная химия в ядерном топливном цикле. Режим доступа - <http://www.chemnet.ru/rus/teaching/kabakchi/welcome.html>
2. [www.rosatom.ru](http://www.rosatom.ru), [www.gosnadzor.ru](http://www.gosnadzor.ru), [www.tvel.ru](http://www.tvel.ru), [www.rosenergoatom.ru](http://www.rosenergoatom.ru),
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа - <http://www.gpntb.ru>.

---

<sup>4</sup> В т.ч. и методические пособия

4. Научно-техническая библиотека springerlink . Режим доступа - <http://www.springerlink.com/home/main.mpx>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Режим доступа - <http://elibrary.ru>
6. Библиотека публикаций по прикладной радиационной химии. Режим доступа - [http://mitr.p.lodz.pl/biomat/pub\\_main.html](http://mitr.p.lodz.pl/biomat/pub_main.html)
- 7 электронно-библиотечные системы:  
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань » <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Информационные системы управления качеством в автоматизированных и автоматических производствах» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463).

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

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

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- видеоматериалы Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»;
- взаимодействие с обучающимися посредством информационно-образовательной среды.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы (MicrosoftOffice).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Информационно-поисковая система «РОСАТОМ»: <http://www.rosatom.ru/sitemap/>

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

Для проведения лекционных и практических занятий используется учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лекционных и практических занятий используются видеоматериалы и учебные фильмы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду СПбГТИ(ТУ).

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Методы химии высоких энергий»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание <sup>5</sup>	Этап формирования <sup>6</sup>
<b>ПК-3</b>	Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	промежуточный

<sup>5</sup>**Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>6</sup> Этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-3.6</b> Проведение исследований в области взаимодействия ионизирующего излучения с веществами и материалами	<b>Перечисляет</b> достоинства и границы применимости различных методов в области химии высоких энергий (З-1)	Правильные ответы на вопросы №1-9 и № 18-31 к зачету	Перечисляет не все рассмотренные методы исследования, допускает ошибки в объяснении принципов работы приборов	Перечисляет все рассмотренные методы исследования, допускает не существенные ошибки в объяснении принципов работы приборов.	Перечисляет все рассмотренные методы исследования, их принципы, достоинства и границы применимости.
	<b>Правильно выбирает</b> методы исследования процесса радиолiza конкретных систем (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 4-24 к зачету	В некоторых случаях ошибается в выборе оптимальных экспериментальных методов.	Выбирает подходящие, но не всегда оптимальные методы.	Аргументировано выбирает из известных методов адекватные объектам и условиям эксперимента.
	<b>Имеет навыки</b> определения радиационно-химического выхода продуктов радиолiza на основании экспериментальных результатов. (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 12-17 к зачету	Имеет представление о величинах РХВ и методах его определения.	Может определять РХВ продуктов радиолiza с помощью наводящих вопросов	Способен самостоятельно определяет РХВ продуктов радиолiza, легко ориентируется в терминах.



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Выполняет алгоритм</b> расчета кинетических параметров по данным импульсного радиолиза (Н-2)	Правильные ответы на вопросы № 27-31 к зачету	Имеет представление об алгоритме расчета кинетических параметров по данным импульсного радиолиза	Выполняет алгоритм расчета кинетических параметров по данным импульсного радиолиза С помощью наводящих вопросов	Выполняет алгоритм расчета кинетических параметров по данным импульсного радиолиза

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме зачета (результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»).

### **3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

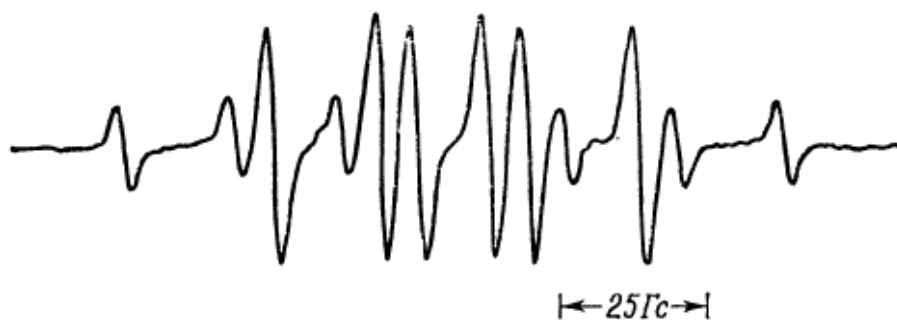
#### **3.1 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации в форме зачета.**

1. Энергетическая шкала электромагнитного излучения. Энергетические состояния молекул
  2. Релаксационные методы с однократным возмущением. Метод температурного скачка. Метод скачка давления. Метод электрического импульса.
  3. Методы остановки реакции. Реакции при низких температурах.
  4. Струевые кинетические методы. Непрерывная струя. Ускоренная струя.
- Методы преддействия и последствия
5. Принципиальная схема флеш-фотолиза.
  6. Аппаратура для спектральных и оптических исследований.
  7. Временная шкала процессов возбуждения и релаксации молекул.
  8. Импульсный радиолиз. Фотометрическая и люминесцентная регистрация короткоживущих продуктов.
  9. Люминесцентный анализ. Основные понятия. Выход люминесценции. Время жизни возбужденного состояния.
  10. Влияние молекул кислорода и закиси азота на процессы релаксации возбужденных состояний и реакции свободных радикалов.
  11. Свойства свободных радикалов. Молярные десятичные коэффициенты ослабления. Кислотно-основные свойства. Определение  $pK_a$  свободных радикалов.
  12. Методы описания кинетики радикальных и цепных реакций, причины обрыва цепи.
  13. Обработка экспериментальных кинетических данных. Вычисление констант скоростей химических реакций.
  14. Полуэмпирические и эмпирические методы расчета энергий активации процесса.
  15. Последовательно-параллельные реакции и реакции с равновесными стадиями. Неравновесные химические реакции.
  16. Теория столкновений в жидкости, эффект «клетки».
  17. Реакции свободных радикалов. Цепные неразветвленные и разветвленные реакции. Цепные реакции с вырождением разветвленных цепей.
  18. Аппаратура ЭПР в радиационно-химическом эксперименте.
  19. Тонкая и сверхтонкая структура (СТС),  $g$ - фактор.
  20. Анализ структуры реакционных центров на основании результатов данных ЭПР.
  21. Методические приемы, повышающие информативность результатов анализа.
  22. Спиновые ловушки.
  23. Примеры успешного применения метода при исследовании РХП в различных объектах.
  24. Термостимулированная люминесценция (ТСЛ)
  25. Оценка термической стабильности ловушки по кривой термовысвечивания.
  26. Преимущества термолюминесцентной дозиметрии ИИ. Факторы, влияющие на результаты измерений.
  27. Индикаторная и собственная лиолюминесценция (ЛЛ).
  28. Выходы возбуждения и высвечивания индикаторной ЛЛ.
  29. Чувствительность метода ЛЛ. Виды хемилюминесцентных индикаторов.
  30. Собственная лиолюминесценция. Выходы возбуждения и высвечивания.

31. Примеры плодотворного сопоставления результатов изучения структуры радиационных дефектов методами ЭПР, ТСЛ и ЛЛ.

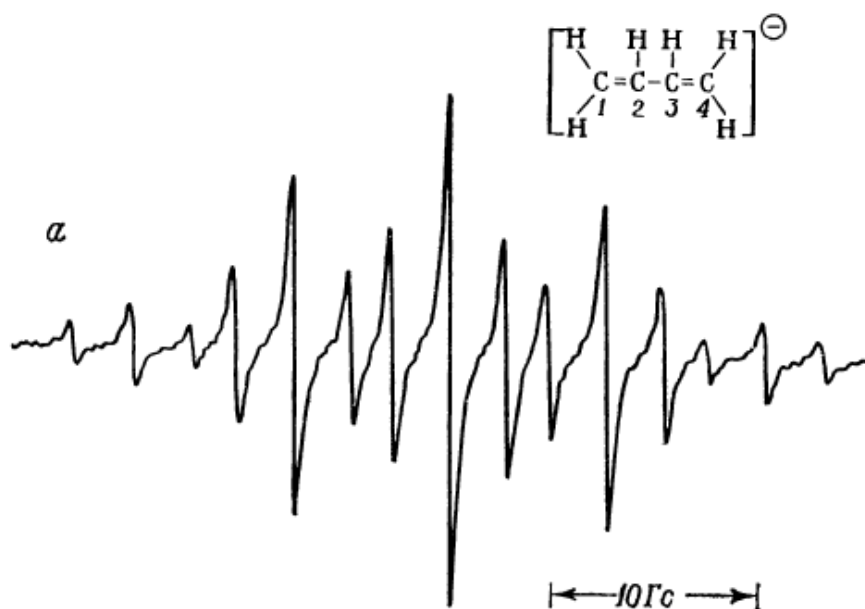
### Темы индивидуальных заданий

#### Задача 1



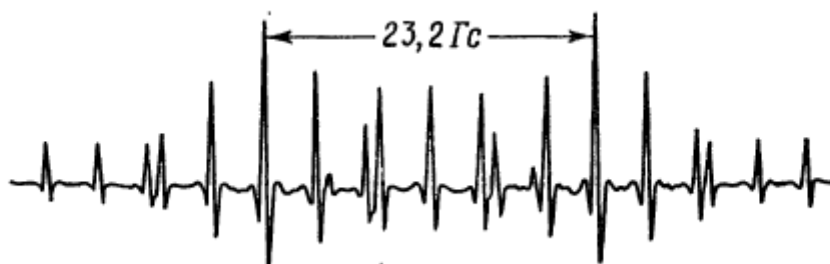
Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная) ион-радикала  $\text{NH}_3^+$ . Определить константы сверхтонкого расщепления на каждом из ядер.

#### Задача 2



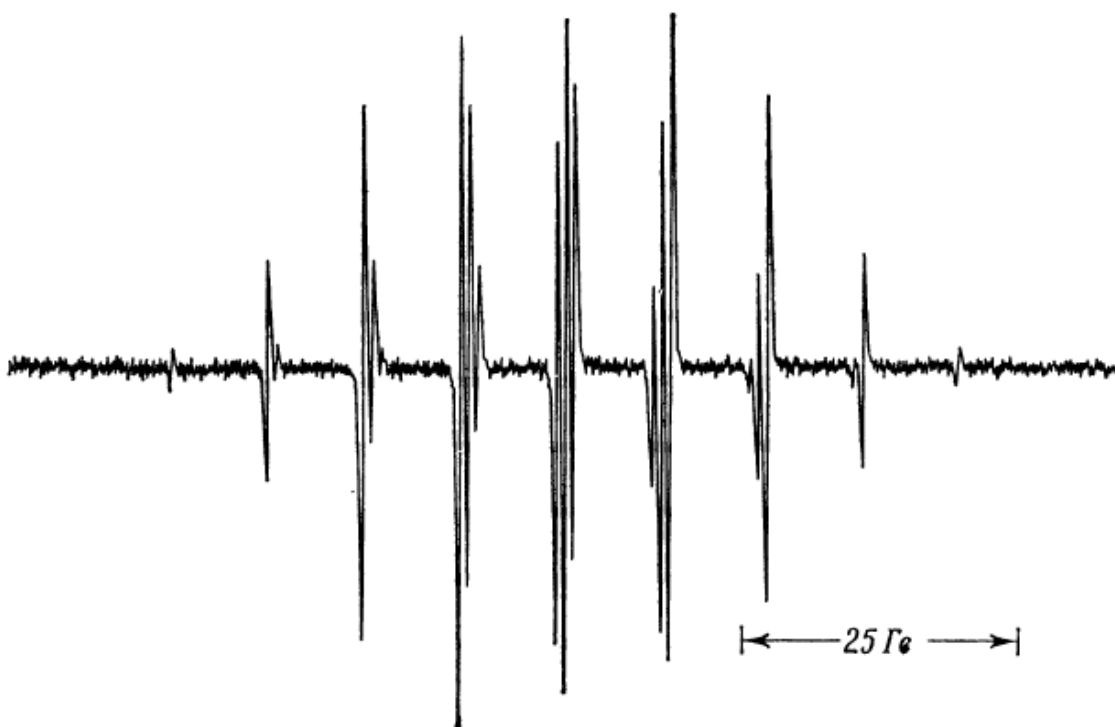
Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная) анион-радикала бутадиена. Определить константы сверхтонкого расщепления для каждой группы магнитонезквивалентных протонов.

Задача 3



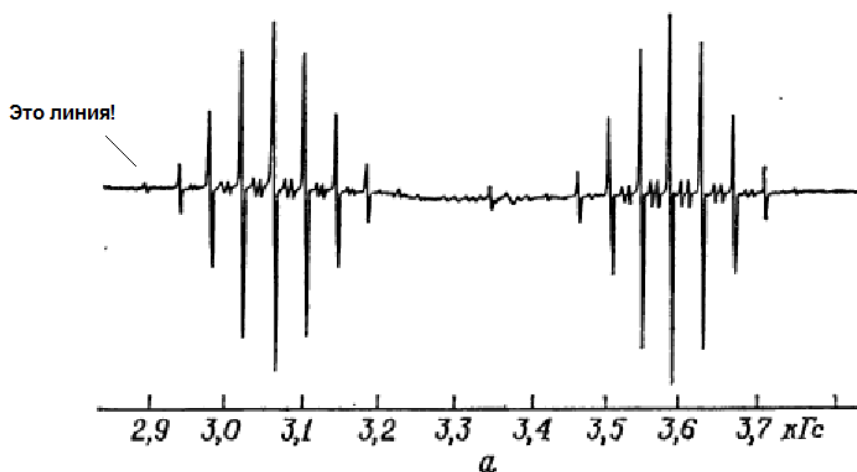
На приведенном спектре ЭПР (вторая производная) смеси  $\cdot\text{CHD}_2$  и  $\cdot\text{CH}_2\text{D}$  идентифицировать линии каждого радикала и рассчитать отношение констант сверхтонкого расщепления  $a_{\text{H}}/a_{\text{D}}$ .

Задача 4



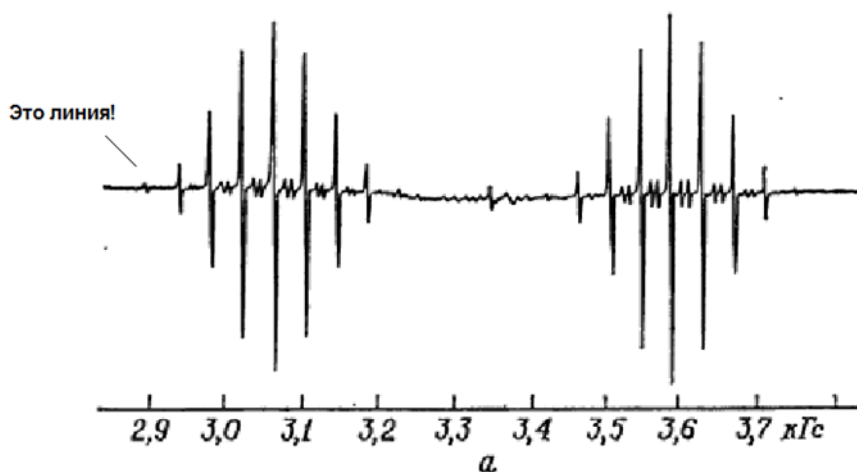
Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная) радикала  $(\text{CF}_3)_2\dot{\text{N}}\text{O}$ .  
. Определить константы сверхтонкого расщепления на каждом из ядер.

### Задача 5



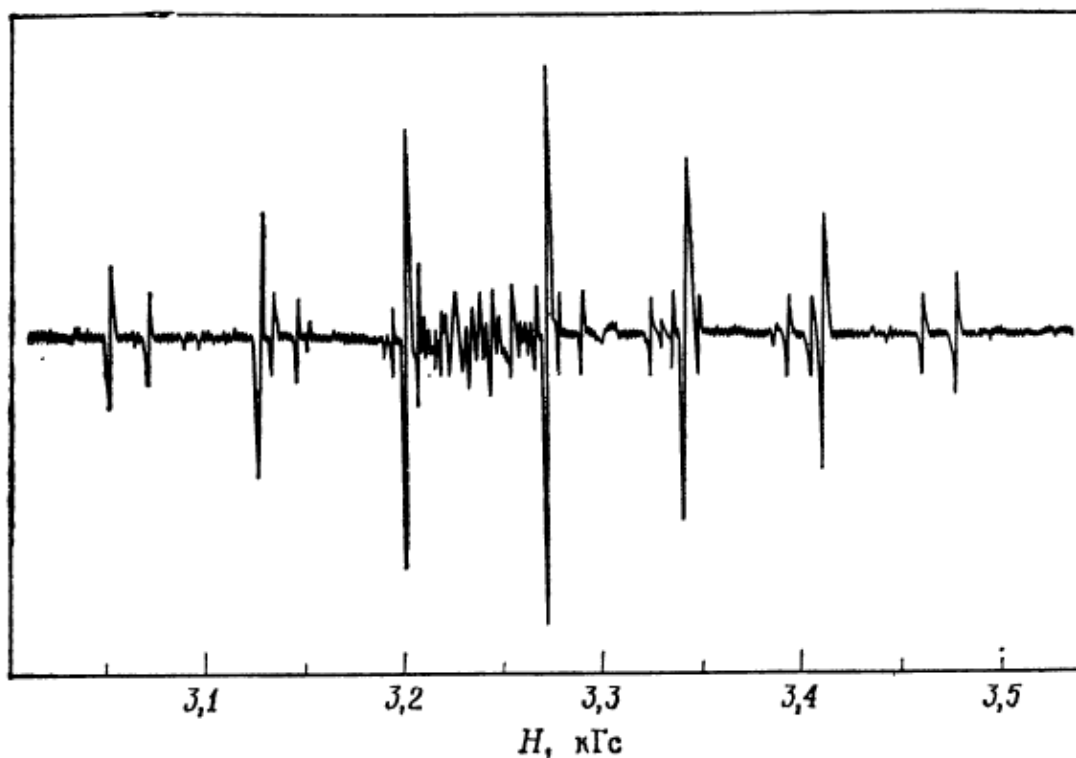
Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная) атомов водорода в  $\text{CaF}_2$ . Определить константы сверхтонкого расщепления на каждом из ядер.

### Задача 6



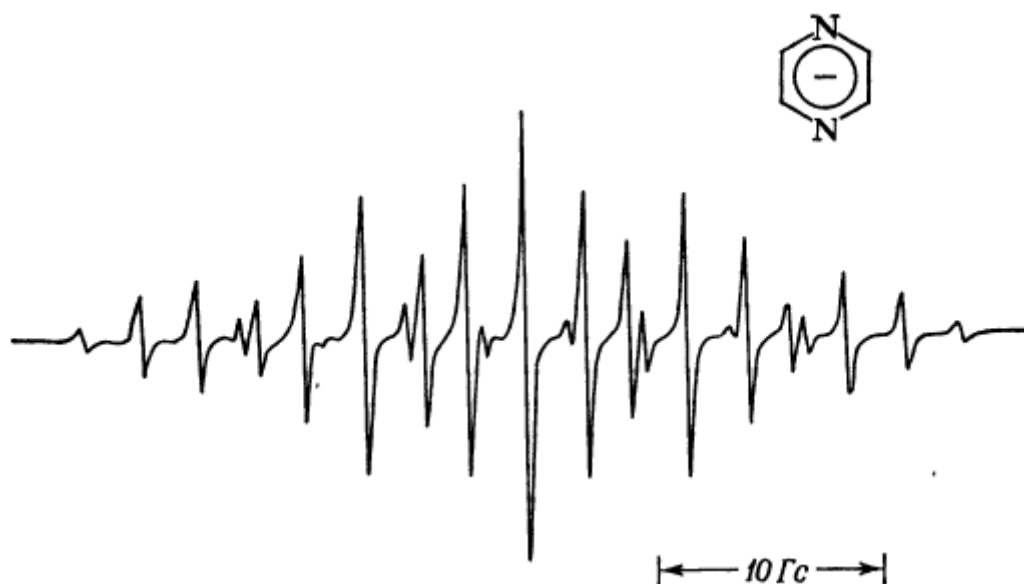
На основании приведенного спектра ЭПР (первая производная) атомов водорода в  $\text{CaF}_2$  схематически (вертикальными линиями с учетом соотношения интенсивностей) изобразить спектр атомов дейтерия в  $\text{CaF}_2$ . Считать, что расщепление на атомах фтора при переходе от водорода к дейтерию не изменяется.

Задача 7



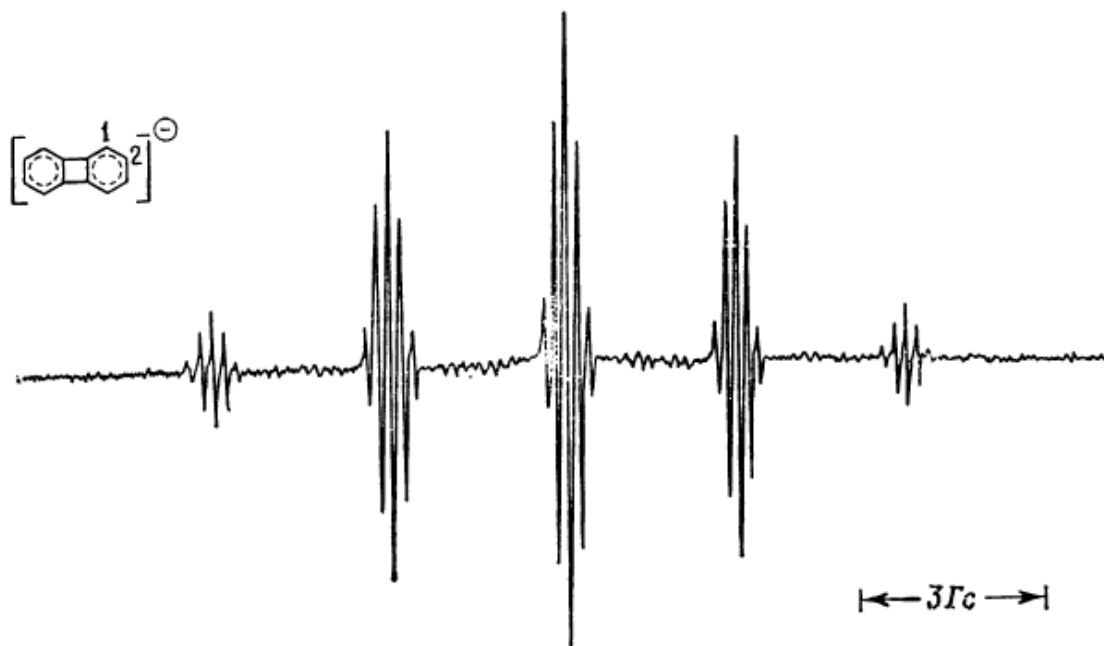
Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная)  $\text{Cl}_2^-$  ( $V_K$ ) центра в  $\text{KCl}$ . Исходя из природного соотношения изотопов хлора, рассчитать вероятность образования пар  $(\text{Cl}_{35}-\text{Cl}_{35})^-$ ,  $(\text{Cl}_{35}-\text{Cl}_{37})^-$ ,  $(\text{Cl}_{37}-\text{Cl}_{37})^-$ , выделить линии каждого из центров.

Задача 8.



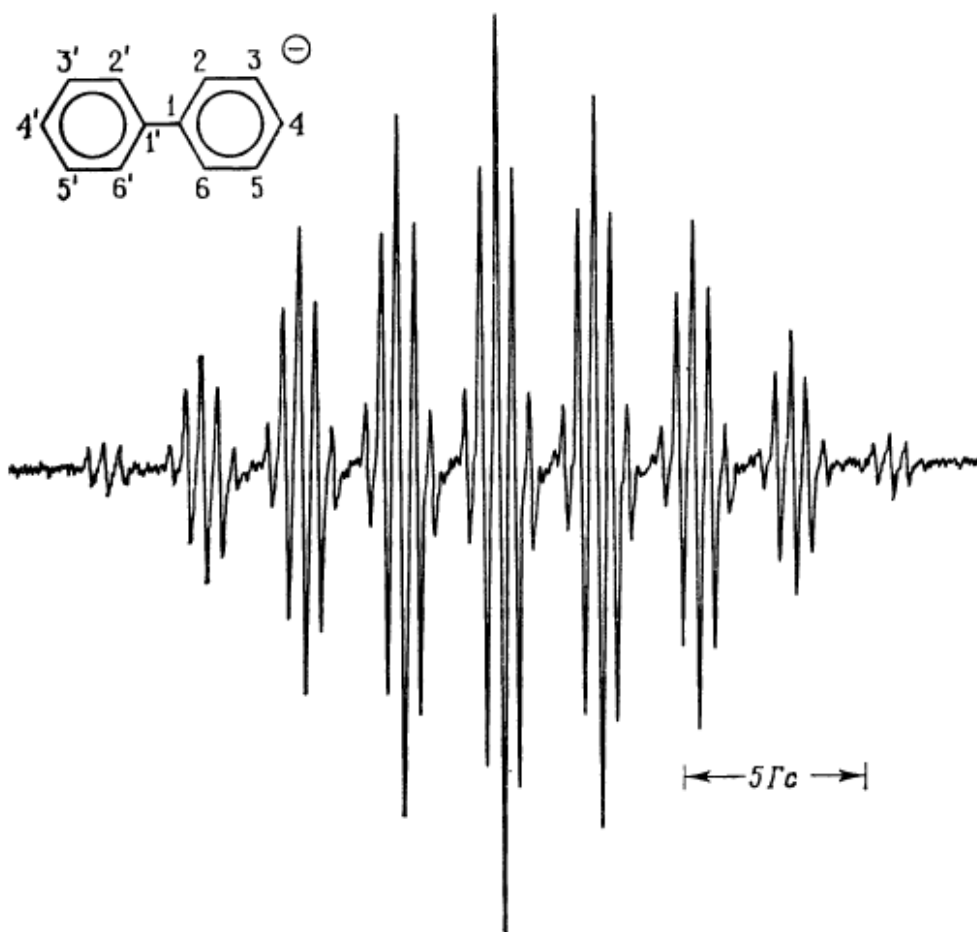
Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная) анион радикала пиразина. Определить константы сверхтонкого расщепления на каждом из ядер.

Задача 9.



Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная) анион-радикала бифенилена. Определить константы сверхтонкого расщепления для каждой группы магнитонезквивалентных протонов.

Задача 10.



Дать интерпретацию приведенному спектру ЭПР (первая производная) анион-радикала бифенила. Определить константы сверхтонкого расщепления для каждой группы магнитонэквивалентных протонов.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.