

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 11.09.2023 12:57:08  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«22» апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЯМР СПЕКТРОСКОПИИ ОРГАНИЧЕСКИХ**  
**СОЕДИНЕНИЙ**

Направление подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры

**Химическая технология продуктов тонкого органического синтеза**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химической технологии органических красителей и фототропных соединений**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Зиминов А.В.

Рабочая программа дисциплины «Современные методы ЯМР спектроскопии органических соединений» обсуждена на заседании кафедры химической технологии органических красителей и фототропных соединений

протокол от «01» апреля 2021 № 4

Заведующий кафедрой

С.М. Рамш

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от «20» апреля 2021 № 9

Председатель

М.В. Рутго

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М.В. Рутго
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	5
4. Содержание дисциплины. ....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	6
4.2. Занятия лекционного типа. ....	6
4.3. Занятия семинарского типа. ....	7
4.3.1. Семинары, практические занятия. ....	7
4.3.2. Лабораторные работы. ....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся. ....	9
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. ....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	13
10.1. Информационные технологии. ....	13
10.2. Программное обеспечение. ....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы. ....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы. ....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	13
Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины. ....	14

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата 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-5</b> Организация аналитического контроля этапов разработки продуктов тонкого органического синтеза с заданными свойствами	<b>ПК-5.2</b> Организация лабораторного контроля при получении продуктов тонкого органического синтеза с заданными свойствами	<b>Знать:</b> существующие методы ЯМР спектроскопии органических соединений, их особенности и области использования (ЗН-1);  <b>Уметь:</b> расшифровывать и прогнозировать спектры органических соединений (У-1);  <b>Владеть:</b> навыками обработки полученной спектральной информации (Н-1).

<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 разработчикам 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 факультативным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (ФТД.01) и изучается на 1 курсе во 2 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химической технологии» и «Основы химической информатики». Полученные в процессе изучения дисциплины «Современные методы ЯМР спектроскопии органических соединений» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Современные материалы и устройства на основе органических красителей и фототропных соединений», «Введение в супрамолекулярную химию», «Прикладная органическая химия», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>1/ 36</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>24</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	16 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>12</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Устный опрос
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

\* практическая подготовка только для дисциплин с ПК

#### 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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Теоретические основы ЯМР спектроскопии	2	-	-	4	ПК-5	ПК-5.2
2	Устройство ЯМР спектрометра. Основы качественной съемки спектра.	2	4	-	2	ПК-5	ПК-5.2
3	Основные параметры ЯМР спектров. ЯМР спектроскопия на ядрах $^1\text{H}$ , $^{13}\text{C}$ , $^{15}\text{N}$ , $^{19}\text{F}$ , $^{31}\text{P}$	2	4	-	2	ПК-5	ПК-5.2
4	Основы двумерной ЯМР спектроскопии.	2	4	-	2	ПК-5	ПК-5.2
5	Программы для обработки полученных спектров	-	4	-	2	ПК-5	ПК-5.2

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплин	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<b><u>Теоретические основы ЯМР спектроскопии.</u></b> Импульсная Фурье-спектроскопия. Круг задач, решаемых при помощи ЯМР спектроскопии. Современные методы ЯМР спектроскопии. ЯМР спектроскопия биологических объектов.	2	лекция – пресс-конференция

№ раздела дисциплин	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<b><u>Устройство ЯМР спектрометра.</u></b> <b><u>Основы качественной съемки спектра.</u></b> Приготовление образцов для анализа. Растворители и стандарты, используемые в технике ЯМР спектроскопии. Сдвигающие реагенты.	2	лекция – пресс-конференция
3	<b><u>Основные параметры ЯМР спектра.</u></b> Химический сдвиг, константа спин-спинового взаимодействия и мультиплетность спектров, интегральная интенсивность сигналов. Диапазоны химических сдвигов в спектрах. Квантово-химические расчеты ЯМР спектров.	2	лекция – пресс-конференция
4	<b><u>Основы двумерной ЯМР спектроскопии.</u></b> Корреляционная спектроскопия. COSY спектроскопия. Гомо и гетероатомная ЯМР спектроскопия. Ядерный эффект Оверхаузера.	2	лекция – пресс-конференция

#### 4.3. Занятия семинарского типа.

##### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	<b><u>Устройство ЯМР спектрометра.</u></b> <b><u>Основы качественной съемки спектра.</u></b> Влияние рабочей частоты прибора на вид спектра. Ампулы для ЯМР спектроскопии. Подбор растворителей для ЯМР спектроскопии. Внутренние и внешние стандарты. Шкалы химических сдвигов. Химические сдвиги протонов основных функциональных групп. Методы пробоподготовки в ЯМР спектроскопии. Влияние концентрации вещества на ЯМР спектр. Влияние температуры. ЯМР спектроскопия твердых тел. Магический угол.	4		КрСт, Ф, МШ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3	<p><b><u>Основные параметры ЯМР спектров. ЯМР спектроскопия на ядрах <math>^1\text{H}</math>, <math>^{13}\text{C}</math>, <math>^{15}\text{N}</math>, <math>^{19}\text{F}</math>, <math>^{31}\text{P}</math>.</u></b></p> <p>Положение сигналов протонов гидроксид- и аминогрупп. Водородная связь. Область сигналов ароматических протонов. Вицинальные и геминальные протоны. Влияние электронных эффектов на положение сигналов. Интерпретация спектров, спектры первого порядка и сложные спиновые системы. Интегральные интенсивности сигналов. Расщепление сигналов вследствие взаимодействия протонов. Константы спин-спинового взаимодействия.</p>	4	1	КрСт, Ф, МШ
4	<p><b><u>Основы двумерной ЯМР спектроскопии.</u></b></p> <p>Корреляционная спектроскопия (COSY), Гетероядерная одноквантовая корреляционная спектроскопия (HSQC), гетероядерная многосвязная корреляционная спектроскопия (HMBC), ядерная спектроскопия с эффектом Оверхаузера (NOESY). Расшифровка двумерных ЯМР спектров.</p>	4	1	КрСт, Ф, МШ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
5	<p><b><u>Программы для обработки полученных спектров.</u></b></p> <p>Методы определения строения органических соединений по спектру ЯМР. Анализ спектров ЯМР смеси веществ, определение количества примесей. Анализ спектров с помощью программ Nuts32, WinNMR, SpinWorks, MestReNova. Подготовка спектров ЯМР для опубликования в печатных изданиях и презентациях. Расшифровка двумерных спектров ЯМР. Программы для предсказания спектров ЯМР (ACDLabs, <a href="http://www.nmrdb.org">http://www.nmrdb.org</a>, NMR Predict).</p>	4	2	КрСт, Ф, МШ

#### 4.3.2. Лабораторные работы

Рабочим учебным планом не предусмотрены

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Природа спектров ЯМР. Спин ядра. Явление резонанса. Магнитный резонанс в биологии.	4	Устный опрос
2	Современные приборы для ЯМР спектроскопии. Влияние величины магнитного поля на спектры. Шифт-реагенты.	2	Устный опрос
3	Особенности ЯМР спектров фталоцианиновых лигандов. Обзор химических сдвигов ядер $^1\text{H}$ и $^{13}\text{C}$ . Области применения ЯМР спектроскопии на ядрах N, P, O, F. КССВ между ядрами F и C.	2	Устный опрос
4	Современные методы двумерной гетеро- и гомоядерной ЯМР спектроскопии. COSY, NOESY-2D, HMQC, HMBC, DEPT.	2	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	Программы для квантово-химических расчетов ЯМР спектров. Расчет спектров ЯМР с помощью программного пакета ChemDraw.	2	Устный опрос

### 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: <https://media.technolog.edu.ru>

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

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») 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. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

<p>ВАРИАНТ 1</p> <p>1) Основные параметры спектров ЯМР <math>^1\text{H}</math>.</p> <p>2) ЯМР спектры макрогетероциклов – положение сигналов экранированных и неэкранированных протонов</p>
---

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачтено»<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

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

### а) печатные издания:

1 Ключинский, С. А. Информационные ресурсы по органической химии в интернете и графические инструменты (редакторы химических структур) для работы с ними: учеб. пособие / С.А. Ключинский ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра органической химии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 67 с.

2 Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. - ISBN 978-5-94774-392-0

3 Преч, Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Э. Преч, Ф. Бюльманн, К. Аффольтер; пер. с англ. Б. Н. Тарасевича. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 438 с. : ил. - (Методы в химии). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94774-572-0

4 Масленников, И. Г. Введение в практику использования метода ядерного магнитного резонанса : учебное пособие / И. Г. Масленников ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химии и технологии синтетических биологически активных веществ. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. - 33 с.

### б) электронные учебные издания<sup>5</sup>:

1 Спектральные методы анализа. Практическое руководство : Учебное пособие для вузов по спец. ВПО "Фундаментальная и прикладная химия" / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина [и др.] ; Под редакцией В. Ф. Селемеева и В. Н. Семенова. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. - 413 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1638-7 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). - Режим доступа: по подписке.

---

<sup>5</sup> В т.ч. и методические пособия

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

*Электронно-библиотечные системы:*

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

*Сайт фундаментальной библиотеки СПбГТИ(ТУ):*

<http://bibl.lti-gti.ru>

*Специализированные системы и сайты для поиска научной информации по химии и химической технологии тонкого органического синтеза:*

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.scopus.com/home.url>

<https://www.reaxys.com/reaxys/secured/start.do>

<http://www.webofknowledge.com/>

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

<http://www.springerlink.com/>

<http://www.rsc.org/>

<https://www.taylorfrancis.com/>

<https://scholar.google.ru/>

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/aromat/welcome.html#1>

<https://studfile.net/preview/2066190/>

<http://www.nmrdb.org/about/>

<https://mestrelab.com/software/mnova/nmr-predict/>

<https://www.ch.ic.ac.uk/local/nmrs/>

<https://www.acdlabs.com/index.php>

<https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/VirtTxtJml/Spectrpy/nmr/nmr1.htm#nmr1>

<https://webspectra.chem.ucla.edu/>

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

Все виды занятий по дисциплине «Современные методы ЯМР спектроскопии органических соединений» 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.

СТО СПбГТИ (ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

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.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## 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;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### 10.2. Программное обеспечение<sup>6</sup>.

- Стандартные программные продукты «MICROSOFT OFFICE».
- Программы обработки экспериментальных данных: SpinWorks 3 (и более поздние версии) – свободно распространяемая программа обработки и визуализации ЯМР спектров органических соединений. MestReNova Lite - программа обработки и визуализации ЯМР спектров органических соединений.

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс» <http://www.consultant.ru/>

База данных REAXYS. <https://www.reaxys.com>

База данных международных индексов научного цитирования Scopus. <https://www.scopus.com/home.uri>

## 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы<sup>7</sup>.

Для ведения лекционных и практических занятий используются аудитории, оборудованные средствами оргтехники (проектор, ноутбук, персональные компьютеры, Wi-Fi роутер).

Наименование и марка оборудования	Назначение и краткая характеристика оборудования
Проектор BENQMP 620 P	Презентация иллюстративных материалов  Работа в Интернете, профессиональные вычисления, профессиональные (химические) приложения, подготовка текстов, презентаций и т. п.
Ноутбук RB Explorer E 410 L	
Ноутбук Packard Bell DT85CT015RU/34	
Ноутбук Asus F3TL52/1024/120	
Компьютеры PC, 15 шт.	

## 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 28.08.2014.

<sup>6</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

<sup>7</sup> В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Современные методы ЯМР спектроскопии органических соединений»**

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

Индекс компетенции	Содержание <sup>8</sup>	Этап формирования <sup>9</sup>
ПК-5	Организация аналитического контроля этапов разработки продуктов тонкого органического синтеза с заданными свойствами	промежуточный

<sup>8</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>9</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-5.2</b> Организация лабораторного контроля при получении продуктов тонкого органического синтеза с заданными свойствами	<b>Знать:</b> существующие методы ЯМР спектроскопии органических соединений, их особенности и области использования (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-22 зачета	Знает, но отвечает с ошибками об основных методах ЯМР спектроскопии (одномерная, двумерная)	Знает методы ЯМР спектроскопии, области применения различных методов, но отвечает с наводящими вопросами	Правильно, без ошибок, рассказывает о методах ЯМР спектроскопии на различных ядрах, их особенности и области использования, отвечает на дополнительные вопросы
	<b>Уметь:</b> расшифровывать и прогнозировать спектры органических соединений (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-22 зачета	Умеет расшифровывать ЯМР спектры с ошибками	Умеет расшифровывать и предсказывать положение сигналов в спектрах ЯМР с небольшими ошибками	Умеет детально расшифровывать ЯМР спектры высоких порядков, предсказывать положение сигналов одно- и двумерной ЯМР без ошибок
	<b>Владеть:</b> навыками обработки полученной спектральной информации (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-22 зачета	Имеет слабые навыки в обработке и расшифровке одномерных ЯМР спектров	Имеет навыки в обработке и интерпретации одно- и двумерных ЯМР спектров, допуская 1-2 ошибки	Демонстрирует уверенные навыки в обработке и интерпретации спектров ЯМР

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

1. Основные параметры спектров ЯМР  $^1\text{H}$ .
2. Константы спин-спинового взаимодействия. Мультиплетность сигналов в спектре ЯМР  $^1\text{H}$ .
3. Химический сдвиг. Положение сигналов основных функциональных групп в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$ .
4. Использование интегральной интенсивности сигналов в спектре ЯМР  $^1\text{H}$ . Качественный и количественный анализ.
5. Воздействие на положение химических сдвигов протонов органического соединения.
6. Анализ ЯМР  $^1\text{H}$  спектра органического соединения, содержащего примеси.
7. Основы спектроскопии ЯМР на ядрах  $^{13}\text{C}$ .
8. Положение сигналов протонов основных функциональных групп. Приведите примеры.
9. Мультиплетность сигналов протонов в спектре ЯМР. Природа расщепления сигналов. Треугольник Паскаля. Практическое применение.
10. Области сигналов ароматических и алифатических протонов в ПМР спектрах. Влияние электронной природы заместителей на положение сигналов. Приведите примеры.
11. Константы спин-спинового взаимодействия в ЯМР  $^1\text{H}$  спектре для ароматических и алифатических соединений.
12. Особенности ЯМР спектроскопии на ядрах O, N, F, P органических соединений.
13. Основы двумерной спектроскопии. Области применения.
14. COSY спектроскопия H-H и C-H. Возможности метода.
15. ЯМР спектры макрогетероциклов – положение сигналов экранированных и неэкранированных протонов.
16. ЯМР спектры координационных соединений. Комплексы с парамагнитными и диамагнитными металлами. Комплексы лантаноидов.
17. Растворители, стандарты в технике ЯМР спектроскопии.
18. Техника и методы ЯМР спектроскопии.
19. Основные программы для обработки ЯМР спектров. Фурье преобразование спада свободной индукции.
20. Влияние частоты магнитного поля на ЯМР спектры.
21. Условия проведения съемки ЯМР спектра для увеличения интенсивности сигналов в спектре ЯМР.
22. Как увеличить разрешение спектров ЯМР.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

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