

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 10.11.2023 17:44:11  
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  
« 28 » июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки

**18.05.01– Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Направленность программы специалитета

- №1 Химическая технология органических соединений азота**  
**№ 2 «Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив»**  
**№ 3 «Технология энергонасыщенных материалов и изделий»**  
**№ 4 «Технология пиротехнических средств»**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **химии и технологии органических соединений азота**

Санкт-Петербург

2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	07
4.3. Занятия семинарского типа .....	08
4.3.1. Лабораторные занятия .....	08
4.4. Самостоятельная работа .....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	09
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
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	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-3</b> Способен проводить научные исследования в области производства и переработки энергонасыщенных материалов</p>	<p><b>ПК-3.4</b> Выполнение исследований с использованием современной аппаратуры и методов исследований в области объектов профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> Основные химические и физико-химические методы исследования исходных, промежуточных и конечных энергонасыщенных веществ и материалов (ЗН-1); <b>Уметь:</b> Прогнозировать и интерпретировать результаты исследований, полученных с использованием экспериментальных методов (У-1); <b>Владеть:</b> Навыками обработки и анализа результатов, полученных при проведении эксперимента (Н-1).</p>
	<p><b>ПК-3.5</b> Планирование эксперимента, а также корректная обработка и анализ данных результатов, полученных при использовании современных методов исследования</p>	<p><b>Знать:</b> Современные методы исследования структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов (ЗН-2); <b>Уметь:</b> Планировать эксперимент в соответствии с поставленными задачами и прогнозировать возможные аналитические результаты (У-2); <b>Владеть:</b> Навыками выполнения теоретических и экспериментальных исследований энергонасыщенных веществ (Н-2).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока Б1, «Дисциплины» (Б1.В.08) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Введение в специальность». Полученные в процессе изучения дисциплины «Современные методы исследования энергонасыщенных веществ и материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «ЯМР спектроскопия органических соединений азота» и «Молекулярный дизайн и свойства органических соединений азота», 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>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 практическая подготовка)	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18 (10)
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)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>зачёт</b>

#### 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.	Значение физико-химических методов анализа в современном мире и их классификация	4	0	-	6	ПК - 3	ПК-3.5
2.	УФ -спектроскопия: физические основы метода, расшифровка спектров, устройство и принципы действия спектрометров	4	0	4	8	ПК - 3	ПК-3.4 ПК-3.5
3.	ИК-спектроскопия: физические основы метода, расшифровка спектров, устройство и принципы действия спектрометров	6	0	4	8	ПК - 3	ПК-3.4 ПК-3.5
4.	Динамическое светорассеяние: физические основы метода, расшифровка результатов, устройство и принципы действия приборов	6	0	4	8	ПК - 3	ПК-3.4 ПК-3.5
5.	Хроматография: физические основы метода, расшифровка и обработка хроматограмм, устройство и принципы действия газовых и жидкостных хроматографов	6	0	4	8	ПК - 3	ПК-3.4 ПК-3.5
6.	Основы масс-спектрометрии: принципы и типы масс-спектрометров	6	0	2	8	ПК - 3	ПК-3.5
7.	Разновидности масс-спектрометрии	4	0	-	4	ПК - 3	ПК-3.5

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Значение физико-химических методов анализа в современном мире и их классификация.</u> Общая характеристика инструментальных методов анализа (чувствительность, точность, достоинства, недостатки). Классификация ФХМА. Понятие аналитического сигнала.	4	Слайд-презентация
2	<u>УФ- спектроскопия: физические основы метода, расшифровка спектров, устройство и принципы действия спектрометров.</u> Принцип метода. Классификация спектроскопических методов анализа. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой области спектра. Цвет и спектр. Закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность, светопропускание, связь между ними.	4	Слайд-презентация
3	<u>ИК-спектроскопия: физические основы метода, расшифровка спектров, устройство и принципы действия спектрометров.</u> Методы исследования молекулярных колебаний. Инфракрасная спектрометрия и метод комбинационного рассеяния.	6	Слайд-презентация
4	<u>Динамическое светорассеяние: физические основы метода, расшифровка результатов, устройство и принципы действия приборов.</u> Физические основы явления рассеяния света полимерами и наноразмерными частицами. Определение коэффициента диффузии дисперсных частиц в жидкости и их размера путем анализа флуктуаций интенсивности рассеянного света.	6	Слайд-презентация
5	<u>Хроматография: физические основы метода, расшифровка и обработка хроматограмм, устройство и принципы действия газовых и жидкостных хроматографов.</u> Принципы хроматографического разделения веществ. Классификация хроматографических методов анализа по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по аппаратурному оформлению, по способу проведения процесса. Хроматографический пик и его параметры.	6	Слайд-презентация
6	<u>Основы масс-спектрометрии: принципы работы и типы масс-спектрометров.</u> Образование и вид масс-спектра. Молекулярные ионы, многозарядные и метастабильные ионы. Элементный состав ионов. Принципиальная схема масс-спектрометра. Системы напуска: холодный ввод, горячий ввод, прямой ввод.	6	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Хромато-масс-спектрометрия.		
7	<u>Разновидности масс-спектрометрии.</u> Энергетическое состояние ионов, образующихся при ионизации. Принцип Франка-Кондона, адиабатический потенциал ионизации. Основное и электронно-возбужденные состояния молекулярного иона. Процессы перегруппировки в масс-спектрометрии. Влияние различных методов ввода и ионизации на вид масс-спектра. Модификация масс-спектра. Способы повышения летучести соединений.	4	Слайд-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	УФ-спектроскопия. Проведение качественного и количественного анализа лекарственных веществ в соответствии с Фармакопейными статьями методом Вычисления погрешностей анализа. Расчет результатов анализа. Точность гравиметрических определений абсолютная и относительная ошибка. Определение содержания элемента в химическом веществе.	4	2	
3	Идентификация структуры вещества методом ИК-спектроскопии: подходы к расшифровке спектров. Установление структуры лекарственного вещества методом Фурье-ИК-спектроскопии.	4	2	
4	Определение молекулярно массовых характеристик полимеров с использованием метода динамического светорассеяния.	4	2	
5	Провести анализ качественного и количественного состава примесей субстанции эритромицина А методом ТСХ.	4	2	
6	<u>Основы масс-спектрометрии: принципы</u>	2	1	

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	работы и типы масс-спектрометров. Образование и вид масс-спектра. Молекулярные ионы, многозарядные и метастабильные ионы. Элементный состав ионов. Принципиальная схема масс-спектрометра. Системы напуска: холодный ввод, горячий ввод, прямой ввод. Хромато-масс-спектрометрия.			

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Тема самостоятельной работы	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Виды аналитических сигналов, характеристики аналитических сигналов. Классификация спектроскопических методов. Методы количественного анализа в видимой области: метод градуировочного графика, метод добавок, метод сравнения со стандартом, метод молекулярного свойства, метод дифференциальной фотометрии. Аппаратура для абсорбционной спектроскопии. Основы квантовой теории и электронное строение органических соединений азота. Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали (МО). Гибридизация орбиталей. Делокализованные связи. Молекулярные электронные энергетические уровни. Принципы расчетов по методу молекулярных орбиталей Хюккеля.	6	Устный опрос
2	Молярный коэффициент поглощения света. Методы абсорбционного анализа: колориметрия, фотоколориметрия. Количественный фотометрический анализ. Условия фотометрического определения. Определение концентрации анализируемого раствора методом калибровочного графика. Применение метода в современных клинических и медико-биологических исследованиях. Порядок связей, индексы свободной валентности, распределение зарядов в молекулах с гетероатомами. Теория возмущений МО. Метод граничных орбиталей. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Ароматичность азотистых гетероциклов. Мезоионные соединения.	8	Устный опрос
3	Влияние прочности связи и массы колеблющихся атомов на частоту поглощения (волновое число). КР-спектр – мгновенный снимок молекулы. Излучатели, монохроматоры, типы кювет. Относительная интенсивность стоксовой и антистоксовой полос в спектрах КР. Преимущества и недостатки, области оптимального использования методов. Механическая	8	Устный опрос

	<p>модель молекулы. Конформации и конформационные равновесия. Энергии конформеров и их связь с реакционной способностью. Потенциалы внутреннего вращения и торсионные энергии органических соединений азота. Конформации насыщенных и ароматических азотистых гетероциклов. Инверсия гетероциклов и атомов азота; хиральность органических соединений азота. Конформации ароматических нитросоединений. Влияние эффектов сопряжения, внутри- и межмолекулярных водородных связей на конформацию.</p>		
4	<p>Метод динамического светорассеяния. Применение метода в химии. Техника эксперимента. Структурный анализ. Сравнение метода динамического светорассеяния с другими методами исследования полимеров.</p>	8	Устный опрос
5	<p>Характеристики (абсолютные и относительные) и индексы удерживания, качественный анализ по хроматограмме. Методы количественного анализа (метод нормировки – простой и с калибровочными коэффициентами, метод внешнего и внутреннего стандарта). Селективность сорбента, критерии селективности. Эффективность хроматографического процесса. Понятие ВЭТТ. Теория теоретических тарелок, кинетическая теория. Газовая хроматография: классификация методов. Принципиальная схема хроматографа. Неподвижные фазы, подвижные фазы, требования к ним. Детекторы, их классификация. Методы жидкостной хроматографии. Особенности хроматографического процесса и аппаратуры. Области применения хроматографических методов разделения и определения. Стереoeлектронные и стерические эффекты в реакциях органических соединений азота. Стереоселективность и стереоспецифичность органических реакций.</p>	8	Устный опрос
6	<p>Методы ионизации: электронная ионизация, фотоионизация, ионизация полем, полевая десорбция, химическая ионизация, электроспрей, лазерная десорбция, химическая ионизация при атмосферном давлении. Разделение ионов: электрический, магнитный, квадрупольный, времяпролетный анализаторы, ионная ловушка. Масс-спектрометры с двойной фокусировкой. Основные характеристики масс-спектрометра: разрешающая способность, массовая область, способ развертки масс-спектра. Способы регистрации и представления масс-спектров. Принципы асимметрического синтеза. Основные типы фрагментных процессов при ионизации электронами. Простые разрывы связей: отрывы алкильных радикалов, аллильный разрыв, бензильный разрыв, отрывы гетероатомов, образование ониевого иона, образование ацильного иона. Перегруппировочные процессы. Перегруппировки с миграцией атома водорода.</p>	8	Устный опрос

7	Тандемная масс-спектрометрия. Основные понятия тандемной масс-спектрометрии. Методы активации ионов: активация соударением, активация с переносом или передачей заряда. Тандемная масс-спектрометрия во времени и тандемная масс-спектрометрия в пространстве. Основные задачи тандемной масс-спектрометрии. Мембранный ввод в источник ионов: принципы функционирования, преимущества и недостатки. Сочетание газовой хроматографии и масс-спектрометрии: особенности устройства и функционирования газовых хроматографов в системах ГХ/МС. Сочетание высокоэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии: особенности устройства и функционирования жидкостных хроматографов в системах ВЭЖХ/МС.	4	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: <http://media.technolog.edu.ru>.

При чтении лекций используются материалы, представляемые в виде презентаций, с применением ресурса PowerPoint, включая анимационные режимы. Демонстрация - с помощью мультимедийного проектора, а также белой доски. В процессе обучения используются информационные материалы ведущих мировых производителей оборудования для производств малотоннажных химических продуктов.

В качестве учебных пособий для демонстрации условий применения аналитических методов на производстве может быть использован кафедральный стенд, моделирующий стадию нитрования ароматических субстратов серно-азотной нитрующей смесью, а также различные типы емкостных реакторов, моделей перемешивающих устройств, средства автоматического контроля. Используется оборудование ЦКП «Передовые методы диагностики в химии». Для демонстрации работы микрореактора используются ресурсы кафедры оптимизации химических и биотехнологических производств СПбГТИ(ТУ).

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

Современное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить пороговый уровень освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривает проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и комплектуется двумя вопросами (заданиями) для проверки знаний, умений и навыков. При сдаче зачёта, студент получает билет, состоящий из 1-го вопроса (задания) из перечня вопросов по дисциплине, время подготовки студента к устному ответу – до 30 минут.

Оценка «зачтено» (пороговый уровень) ставится студенту, обнаружившему понимание учебного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по

профессии, справляющемся с выполнением заданий, предусмотренных программой практики, при наличии в содержании отчета и его оформлении небольших недочётов или недостатков, затруднениях при ответах на вопросы.

Пример варианта билета на зачёте:

Вариант № 1

1. Физическая природа колебательных спектров. Области ИК-излучения. Единицы измерения. Правило запрета. Закон поглощения.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Ч. 3: Молекулярная спектроскопия / М.А. Ельяшевич. – 5-е изд. – М.: Кн. Дом «ЛИБРОКОМ», 2009. - 527 с.
2. Трифонов, Р.Е. Моделирование структуры и свойств молекул методами молекулярной механики и молекулярной динамики: Учебное пособие / Р.Е. Трифонов, В.А. Островский. СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии орг. соед. азота. – СПб., 2011. – 52 с.
3. Грибов, Л. А. Элементы квантовой теории строения и свойств молекул: Учебное пособие / Л. А. Грибов. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 310 с.
4. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. - М.: Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003. – 683 с.
5. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии / А.Т. Лебедев. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. - 493 с.
6. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса для химиков: Учебник для химических спец. Вузов / Ю.М. Воловенко [и др.]; - М.: ICSPF PRESS, 2011. – 694 с.
7. Казицина, Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. / Л.А. Казицина, Н.Б. Куплетская. – М.: Высшая школа, 1971. – 264 с.

### **б) электронные учебные издания**

1. Островский, В.А. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса в химии органических азотсодержащих соединений. 1. Основы метода, интерпретация спектров <sup>1</sup>H ЯМР: Метод. Указания / В.А. Островский, Р.Е. Трифонов. СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии орг. соед. азота. – СПб., 2011. – 27 с.

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

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать интернет-ресурсы:

проводить поиск в системах: Scirus.com. SciFinder, Reaxys.

Государственная публичная научно-техническая библиотека. <http://www.gpntb.ru/>;

Учебный план РПД и учебно-методический материал; <http://media.technolog.edu.ru>

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

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

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

«Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». <http://elibrary.ru>. Государственная публичная научно-техническая библиотека. <http://www.gpntb.ru/>;

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

Дисциплина обеспечена необходимой литературой и учебными пособиями. При чтении лекций используются презентации, слайды рисунки и схемы, представляемые с помощью мультимедийного проектора.

Лекционные, практические и лабораторные занятия проводятся в специализированных аудиториях и лабораториях. Лекционная аудитория оснащена мультимедийной системой с комплектом презентаций и видеофильмов.

Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, снабженной персональными компьютерами, программным обеспечением для выполнения обработки экспериментальных данных.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным и практическим занятиям;
- работу с интернет-источниками;
- посещение научных семинаров и конференций, проводимых в Санкт-Петербурге;
- подготовку к сдаче зачётов и экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, пройденный на семинарских занятиях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в «Рабочей программе». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в «Рабочей программе» дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Все виды занятий по дисциплине преподаватели должны проводить в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 016-2015 КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

СТП СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПб ГТИ 040-2002. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования. Утв. Ректором 17.05.2002;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению. Утв. Ректором 11.12.2009;

Планирование времени, необходимого для изучения 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 студентов должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении занятий использовать мультимедийные ресурсы, а также ресурсы сети интернет.

Устный опрос проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала.

На контрольных мероприятиях студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины. Оценка проставляется в зачетную книжку.

## **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
- информационные справочные системы Scirus.com. SciFinder, Reaxys

Для расширения знаний по теме обучения рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как, [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru) и других, и использовать материалы Интернет-ресурсов профильных организаций, рекомендованных преподавателем.

Возможна сдача электронного варианта отчетов, рефератов, литературных обзоров и др. по электронной почте, обмен информацией по социальным сетям.

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

Пакеты прикладных программ стандартного набора (Microsoft Office). (Microsoft Excel; Microsoft Word; Microsoft PowerPoint).

Проводить поиск в системах: Scirus.com. SciFinder, Reaxys.

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

- Электронно-библиотечные системы, предлагаемые библиотекой СПбГТИ(ТУ).
- Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»,
- «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
- Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
- Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
- «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>. ООО «Издательство «Лань».
- «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». <http://elibrary.ru>. Наименование организации – ООО РУНЭБ.

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

- Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники на 50 посадочных мест.

- Для проведения лабораторных занятий используется синтетический практикум, рассчитанный на 30 рабочих мест, оборудованный для проведения химических синтезов.

Кафедра оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного прохождения учебного процесса.

## **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 г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Современные методы исследования энергонасыщенных веществ и  
материалов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	<b>Способен проводить научные исследования в области производства и переработки энергонасыщенных материалов</b>	промежуточный

## 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-3.4</b> Выполнение исследований с использованием современной аппаратуры и методов исследований в области объектов профессиональной деятельности.	<b>Называет</b> основные химические и физико-химические методы исследования исходных, промежуточных и конечных энергонасыщенных веществ и материалов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1,2,5,6, 13,14,22,26, 31,39 к зачёту	Перечисляет основные принципы современных физико-химических методов исследования энергонасыщенных веществ и материалов с ошибками	Перечисляет основные принципы современных физико-химических методов исследования энергонасыщенных веществ и материалов без ошибок, но путается в физических основах методов	Перечисляет основные принципы современных физико-химических методов исследования энергонасыщенных веществ. Может применить эти знания для решения задач по идентификации и контролю качества и состава энергонасыщенных веществ.
	<b>Сопоставляет и делает выводы по</b> прогнозу и интерпретации результатов исследований, полученных с использованием экспериментальных методов (У-1)	Правильные ответы на вопросы №9,10,12,17-19,24,30,32 к зачёту	Имеет представление о физических принципах методов исследования энергонасыщенных веществ и материалов. Перечисляет основные способы обработки информации, полученной этими методами с ошибками	Может сочетать теоретические основы физико-химических методов с решением практических задач с помощью наводящих вопросов	Способен самостоятельно разработать подход к исследованию строения и состава, энергонасыщенных веществ и материалов с использованием физико-химических методов. 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> обработки и анализа результатов, полученных при проведении эксперимента (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №7,16,23,27-29,33,37 к зачёту	С ошибками формирует отчет по результатам исследований, выполненных с использованием физико-химических методов исследования	Способен делать выводы о строении и составе энергонасыщенных веществ и материалов с подсказками преподавателя.	Способен самостоятельно делать выводы о строении и составе энергонасыщенных веществ и материалов.
<b>ПК-3.5</b> Планирование эксперимента, а также корректная обработка и анализ данных результатов, полученных при использовании современных методов исследования	<b>Перечисляет</b> современные методы исследования структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №3,4, 20, 35, 38 к зачёту	Путается в перечислении принципов исследования структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов	Перечисляет принципы исследования структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов	Путается в перечислении принципов исследования структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов
	<b>Объясняет</b> планирование эксперимента в соответствии с поставленными задачами и прогноз возможных аналитических результатов (У-2);	Правильные ответы на вопросы №8,15,21,36,39 к зачёту	Перечисляет неточно принципиальные подходы к исследованию структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов	Перечисляет принципиальные подходы к исследованию структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов с использованием физико-химических методов с подсказками преподавателя.	Определяет самостоятельно закономерности и подходы к исследованию структуры и свойств энергонасыщенных веществ и материалов

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> теоретических и экспериментальных исследований энергонасыщенных веществ (Н-2).	Правильные ответы на вопросы №11,25,34 к зачёту	Путается в анализе данных по результатам исследования, выполненном современными физико-химическими методами.	Демонстрирует с ошибками анализ спектральных и прочих знаний, полученных современными физико-химическими методами, с целью установления структуры и свойств энергоёмких соединений.	Демонстрирует хорошие навыки по анализу данных, полученных современными физико-химическими методами.

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

1. Задачи и значимость инструментальных методов анализа для современной органической химии. История развития физико-химических методов анализа. Особенности применения современных аналитических приборов.
2. Физические основы поглощения света веществом. Происхождение электронных спектров. Основное и возбужденные состояния. Разрешенные и запрещенные переходы. Принцип Франка-Кондона.
3. Природа цвета. Спектры поглощения и испускания. Зависимость цвета предмета от длины волны поглощенного света. Хромофорные группы: типы и общая классификация. Диапазоны э.м. излучения.
4. Типы электронных переходов. Общая характеристика переходов. Особенности проявления в УФ-спектре. Синглетные и триплетные переходы. Правило отбора электронных переходов.
5. Закон поглощения Бугера. Основные параметры, входящие в закон поглощения. УФ-спектр и его характеристики. Точность, правильность и воспроизводимость УФ-спектральных характеристик.
6. УФ-спектры многокомпонентных систем. Изобестическая точка. Применение УФ-спектроскопии для изучения химических и физико-химических процессов.
7. Приборы для записи УФ-спектров: типы, важнейшие характеристики (показатели), компоненты.
8. Влияние растворителя на УФ-спектры. Колебательная структура спектров. Прозрачность растворителей. Основные характеристики УФ-спектров. Изменения спектров поглощения под влияние внешних факторов.
9. Характеристичное поглощения разных классов органических соединений: алифатические соединения, алкены, алкины, карбонильные соединения, ароматические соединения.
10. Взаимосвязь структуры вещества с электронным спектром. Внутримолекулярные взаимодействия в органических молекулах, их связь с интенсивностью и областью поглощения. Ауксохромы.
11. Применение УФ-спектроскопии для качественного и количественного анализа органических молекул. Установление особенностей структуры молекул.
12. Электронные спектры органических нитросоединений. Типы переходов и их проявление в спектре. Влияние растворителя. Алифатические и ароматические нитросоединения: особенности проявления в спектре.
13. Физическая природа колебательных спектров. Области ИК-излучения. Единицы измерения. Правило запрета. Закон поглощения.
14. Типы колебаний. Двухатомная молекула (группа атомов). Трехатомная группа атомов. Колебания сложных систем. Взаимосвязь частоты колебаний с характеристиками химической связи и типами атомов.
15. ИК-спектр. Основные понятия. Характеристики спектра. Области спектра. Закон поглощения ИК-излучения веществом.
16. Принципы работы ИК-спектрометров. Особенности принципа действия ИК-спектрометра с преобразованием Фурье. Ключевые характеристики современных приборов.
17. Колебательные спектры нитросоединений. Алифатические, ароматические нитросоединения, нитрамины. Характеристические колебания нитро-группы. Влияние различных факторов на смещение полос поглощения в спектрах.
18. Основные подходы к интерпретации ИК-спектров. Различные типы связей и их проявления в спектрах. Ошибки в записи спектров: их распознавание и методы исправления.

19. ИК-спектры основных классов органических соединений: алифатические, ароматические соединения, алкены, алкины, amino-производные, карбоновые кислоты, карбонильные соединения, спирты и проч.
20. Методы приготовления образцов для ИК-спектроскопии. Применение метода для качественного и количественного анализа.
21. ИК-спектроскопия НПВО. Основные понятия и принципы. Преимущества метода для практического применения.
22. Физические основы метода динамического светорассеяния для исследования полимеров и наночастиц.
23. Аппаратура и техника метода динамического светорассеяния. Основные принципы действия, базовые характеристики приборов.
24. Применение метода динамического светорассеяния для исследования физико-химических характеристик полимеров.
25. Основы хроматографических методов анализа. Классификация методов по различным критериям, история открытия и развития метода. Основные понятия и определения.
26. Тонкослойная хроматография. Основные понятия. Метод проведения анализа, характеристики сорбентов. Величины  $R_f$  и  $R_s$ : методы определения и взаимосвязь. Способы «проявления» хроматограмм.
27. Газовая хроматография. Основные понятия, типы хроматографических колонок, методы влияния на эффективность разделения компонентов смеси, системы детекции.
28. Жидкостная хроматография высокого давления. Основные понятия, типы хроматографических колонок, методы влияния на эффективность разделения компонентов смеси, системы детекции.
29. Хроматограмма и хроматографический пик. Основные характеристики хроматограмм и эффективность хроматографического разделения. Качественный и количественный анализ хроматографическими методами.
30. Основные определения и понятия масс-спектрометрии. История развития метода. Принцип действия простейших масс-спектрометров.
31. Масс-спектр: основные характеристики спектров, информация, доступная для анализа. Проявление изотопного соотношения в масс-спектре.
32. Система ввода в масс-спектрометр. Основные типы, применимость для различных анализируемых объектов. Принцип действия, преимущества и недостатки метода.
33. Принципиальная схема масс спектрометра. Системы ионизации: классификация, основные характеристики, применимость к различным классам анализируемых объектов.
34. Особенности ионизации электронным ударом и последующей фрагментации органических молекул в зависимости от структур.
35. Особенности ионизации методами электроспрей и MALDI. Мультизаряженные ионы.
36. Основные типы и принципы действия масс-анализаторов. Точность и применимость к анализу различных объектов. Детекторы ионов.
37. Тандемная масс-спектрометрия. Основные принципы, применимость к анализу сложных и многокомпонентных объектов.
38. Масс спектрометрия высокого разрешения. Основные определения, возможность использования в различных системах ионизации и разделение ионов.
39. Масс спектрометрия высокого разрешения. Разрешение и точность определения масс.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП 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», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.