

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Физические методы исследования»**

Направление подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность (профиль)

**«ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ХИМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И  
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Квалификация (степень)

**бакалавр**

Форма обучения-очная

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 04.03.01 Химия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.07.2017 г., N 671, учебным планом подготовки бакалавра по направлению 04.03.01 Химия, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» протокол № 9 от 30.04.2020 г.

Составитель: к.х.н., доцент А.Т. Плиева

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

	Очная форма обучения
Курс	4
Семестр	7
Лекции	36
Практические (семинарские) занятия	36
Лабораторные занятия	-
Консультации	-
Итого аудиторных занятий	72
Самостоятельная работа	36
(в том числе курсовая работа)	-
Экзамен	
Зачет	+
Общее количество часов	108 (3 з.е.)

## 2. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения учебной дисциплины «Физические методы исследования», являющейся частью ОПОП по направлению 04.03.01 Химия и обеспечивающей реализацию ФГОС 3++ по данному направлению, в соответствии с требованиями профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС ВО

01	ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА
01.001	ПЕДАГОГ (ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СФЕРЕ ДОШКОЛЬНОГО, НАЧАЛЬНОГО ОБЩЕГО, ОСНОВНОГО ОБЩЕГО, СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ) (ВОСПИТАТЕЛЬ, УЧИТЕЛЬ)
01.003	ПЕДАГОГ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ
26	ХИМИЧЕСКОЕ, ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО
26.006	СПЕЦИАЛИСТ ПО РАЗРАБОТКЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
40	СКВОЗНЫЕ ВИДЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
40.011	СПЕЦИАЛИСТ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИМ РАЗРАБОТКАМ

является адаптация студента к профессионально – методической подготовке; возбуждение интереса студента к профессионально – методической и научно-исследовательской деятельности; формирование и максимальное развитие методических и исследовательских знаний, умений и навыков будущего преподавателя химии.

Задачи дисциплины:

- развить представления о современных физических методах исследования вещества;
- сформировать представления о квантово-механических методах расчёта молекул;
- подробно рассмотреть спектральные (ИК-, УФ-, КР-), резонансные (ЯМР, ЭПР, ЯГР) и другие основные физические методы;
- развить полученные ранее знания о колебаниях, вращении, электронном строении молекул и о возможностях использования колебательных, вращательных, электронных спектров для установления строения молекул;
- сформировать представления об элементах и операциях симметрии ядерной конфигурации молекул, систематизировать знания о точечных группах симметрии молекул;
- сформировать представления об электрических и магнитных свойствах молекул и методах их определения, раскрыть связь между строением молекул, их дипольными моментами и магнитными свойствами.

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Физические методы исследования» относится к дисциплинам Блока 1, часть, формируемая участниками образовательных отношений Б1.В.07. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в бакалавриате в результате освоения дисциплин: «Математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия». Дисциплина является основой для изучения курсов «Химическая технология»,

«Высокомолекулярные соединения», «Физико-химический анализ неорганических материалов», прохождения практик «Технологическая практика» и «Преддипломная практика».

При освоении данной дисциплины студент сможет полностью или частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ТФ), согласно профессиональным стандартам (ПС):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенная трудовая функция (ОТФ)		Трудовая функция (ТФ)		
26 Химическое, химико-технологическое производство					
Тип задач профессиональной деятельности: технологический					
26.006 Профессиональный стандарт «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов». Наименование вида профессиональной деятельности: Производство новых наноструктурированных композиционных материалов	А	Лабораторно - аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов	6	Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработка экспериментальных результатов	A/02.6
	В	Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов	6	Составление аналитических обзоров, научных отчетов, публикация результатов исследований	B/06.6
40 Сквозные виды профессиональной деятельности					
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский					
40.011 Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».  Наименование вида профессиональной деятельности: Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	А	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	5	Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	A/01.5
				Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок	A/02.5

Для освоения учебной дисциплины «Физические методы исследования» у студента, в ходе изучения предшествующих дисциплин, должны быть сформированы следующие, предварительные, компетенции:

**Универсальные компетенции:**

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-4);

- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);
- способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-8);

**Общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений (ОПК-1);
- способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием (ОПК-2);
- способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники (ОПК-3);
- способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач (ОПК-4);
- способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);
- способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6).

**Для освоения** дисциплины «Физические методы исследования» студент должен

**Знать:** основы неорганической, аналитической, органической и физической химии; современные представления о строении вещества; основы квантовой химии.

**Уметь:** соотносить строение вещества с его физико-химическими свойствами.

**Владеть:** понятийным аппаратом теории строения вещества.

#### 4. Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля))

Изучение дисциплины «Физические методы исследования» предполагает формирование у студента следующих компетенций:

##### Профессиональные компетенции (ПК):

- способен использовать знания о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, веществ и материалов для понимания механизма химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, а также естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности (ПК-1);
- способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также современные теоретические представления химической науки для анализа экспериментальных данных (ПК-2).

Код и наименование профессиональной компетенции (ПК)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты освоения компетенции		
		Знать	Уметь	Владеть
Профессиональные компетенции выпускников				
Научно-исследовательский тип задач				
ПК-1 Способен использовать знания о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, веществ и материалов для понимания механизма химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, а также естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности	ПК-1.1. Использует знания о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, веществ и материалов для понимания механизма химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире;  ПК-1.2 Прогнозирует свойства химических соединений и материалов на основе данных об их свойствах и химическом строении;  ПК-1.3. Использует современные теоретические представления химической науки и естественнонаучные знания в своей профессиональной деятельности	основные принципы, законы, положения, методологию изучаемых дисциплин	использовать основные законы и положения химии для понимания механизма химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире; прогнозировать свойства химических соединений и материалов на основе данных об их свойствах и химическом строении	навыками использования фундаментальных химических законов и естественнонаучных знаний в процессе выполнения научного исследования, а также в своей профессиональной деятельности

<p><b>ПК-2</b> Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также современные теоретические представления химической науки для анализа экспериментальных данных</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Владеет современными методами исследования химических соединений и материалов;</p> <p><b>ПК-2.2.</b> Анализирует и интерпретирует результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений химической науки</p>	<p>теоретические основы современных методов исследования химических соединений, материалов и интерпретации полученных результатов;</p> <p>основные источники и методы поиска научной информации</p>	<p>анализировать и интерпретировать результаты химического эксперимента на основе современных теоретических представлений химической науки</p>	<p>навыками использования базовых знаний и методов химических дисциплин при интерпретации полученных результатов</p>
---	--	---	--	--

В результате освоения дисциплины «Физические методы исследования» студент должен:

**Знать:**

- основные теоретические положения и принципы современных физических методов (ПК-1);
- значения спектральных характеристик основных функциональных групп органических и неорганических соединений (ПК-1);
- закономерности изменения спектров молекул при различных изменениях их структуры (ПК-1);
- приемы определения основных и второстепенных структурных характеристик изучаемых частиц по их спектрам (ПК-1, ПК-2).

**Уметь:**

- моделировать ИК-, УФ-, ЯМР-, ЭПР-, масс-спектры различных заданных молекул (ПК-1, ПК-2);
- определять строение частиц по совокупности спектральных данных (ПК-1, ПК-2);
- пользоваться научно–методической и научной литературой (ПК-1);
- прогнозировать и проектировать результаты собственной исследовательской деятельности (ПК-1).

**Владеть:**

- приемами определения строения молекул по совокупности спектральных данных, в том числе при отсутствии данных химического анализа (ПК-1, ПК-2);
- навыками отсеивания ненужной информации, получаемой из спектров (ПК-1, ПК-2);
- навыками работы на аппаратуре и интерпретации полученных результатов, методами калибровки и приемами повышения чувствительности приборов (ПК-2);
- знаниями о физических и химических свойствах важнейших органических соединений (ПК-1);
- аналитическими методами измерения в ходе эксперимента, методикой расчета математической модели влияния факторов на показатели качества (ПК-2).



## 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

*Таблица 5.1*

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество о баллов		Литература
		л	пр	Содержание	Часы		min	max	
1	Введение. Цель, задачи и содержание курса. Понятие о физических методах исследования. Классификация физических методов исследования органических соединений. Общая характеристика физических методов. Понятие инструментальных методов исследования. Достоинства инструментальных методов исследования.	2	2	Чувствительность и разрешающая способность метода. Характеристическое время метода. Относительность разделения методов на физические и физико-химические методы.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	3	[1],[2],[3],[4],[17]
2	Физико-химические методы очистки и разделения органических соединений: Кристаллизация и перекристаллизация. Техника работы. Примеры. Экстракция. Физико-химические основы экстракции. Техника работы. Примеры. Перегонка. Физико-химические основы перегонки веществ. Классификация методов перегонки: простая перегонка, дробная и фракционная перегонка, перегонка с водяным паром, перегонка под вакуумом, молекулярная перегонка. Техника работы. Примеры. Сублимация (возгонка). Физико-химические основы сублимации. Техника работы. Применение. Примеры. Зонная плавка. Физико-химические основы зонной плавки. Техника работы. Примеры. Хроматография. Физико-химические основы сорбции. Классификация методов хроматографии по механизму сорбции:	2	2	Классификация методов хроматографии по технике осуществления разделения компонентов: колоночная, плоскостная: бумажная, в тонком слое. Примеры. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию компонентов: жидкостная, газовая, газожидкостная. Газовая и газожидкостная хроматографии. Схема газового хроматографа. Типы анализаторов и детекторов. Катарометры. Ионизационные детекторы. Пламенные детекторы. Пламенно-ионизационные детекторы. Селективный детектор электронного захвата. Виды колонок. Техника и методика работы в газовой и газожидкостной хроматографии.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	2	[1],[2],[3],[4],[9],[23]
3	Адсорбционная хроматография. Типы изотерм сорбции. Техника эксперимента. Примеры применения. Распределительная хроматография. Физико-химические основы распределительной хроматографии. Техника эксперимента. Ион-обменная хроматография. Физико-химические основы ион-обменной хроматографии. Техника эксперимента.	2	2	Основные принципы и терминология газовой хроматографии: вид хроматограммы, высота пика, площадь пика, время удерживания, объём удерживания, относительный объём удерживания, относительный приведённый объём удерживания. Принципы идентификации органических соединений в газовой и газожидкостной хроматографии. Качественный и количественный анализ в хроматографии.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	2	[1],[2],[3],[4],[9],[23]

				Применение газожидкостной хроматографии в экомониторинге: анализ поверхностных вод на содержание нефтепродуктов и пестицидов. Хроматографический контроль за качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов. Понятие о хроматомасс-спектрометрии и её возможностях.					
4	Физические и физико-химические методы идентификации органических веществ. Определение важнейших физических констант: температуры кипения, температуры плавления, относительной плотности, показателя преломления, молекулярной массы, молекулярной рефракции, удельного и молекулярного вращения, хроматографических констант.	2	2	Идентификация известных органических соединений по их константам. Контроль чистоты исходных и синтезируемых соединений.	2	Устный опрос	0	4	[1],[2],[3], [4],[13], [23]
5	Термохимия органических реакций. Калориметрия как экспериментальный метод термохимии. Типы калориметров. Адиабатический калориметр и его устройство. Изотермический калориметр и его особенности. Теплопроводящий калориметр. Прибор Тиана-Кальве. Микрокалориметрия и её возможности. Экзотермические и эндотермические реакции в органической химии. Понятия теплового эффекта реакции и энтальпии реакции. Закон сохранения энергии. Понятие о свободной энергии системы. Термохимические уравнения реакций. Единицы измерения в термохимии. Теплоты сгорания органических веществ. Теплоты образования веществ или стандартные энтальпии образования. Закон Гесса.	2	2	Термохимические расчёты на основе закона Гесса. Понятие термохимической энергии химических связей (энергий связей). Аддитивные свойства энергий связей. Использование энергий связей для оценки теплоты образования молекулы. Понятие энергии диссоциации отдельных связей. Методы экспериментального определения энергий диссоциации связей: методы спектроскопии, фотоионизации, электронного удара. Развитие термохимии свободных радикалов. Методы сравнительных термохимических расчётов. Понятие термокинетики органических реакций. Возможности термокинетики при исследовании кинетики и механизмов органических реакций. Термокинетические расчёты и их применение при конструировании химических аппаратов. Примеры.	2	Устный опрос	0	5	[1],[2],[3], [4],[22]
6	Рефрактометрия. Рефрактометрические методы исследования органических веществ. Показатель преломления и его экспериментальное определение. Удельная рефракция. Поляризуемость и её связь с удельной и молекулярной рефракцией. Формула Лорентца-Лоренца. Аддитивность молекулярной рефракции.	2	2	Атомные рефракции. Структурные инкременты и групповые рефракции. Рефракции связей. Соотношение между рефракциями связей и атомными рефракциями. Границы приложимости аддитивной схемы. Экзальтация молекулярной рефракции. Возможности уточнения аддитивной схемы расчёта с учётом влияния не связанных непосредственно атомов.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	2	[1],[2],[3], [4],[12], [13], [15]

7	Применение молекулярной рефракции для определения строения органических соединений. Особенности структуры, выявляемые с помощью молекулярной рефракции.	2	2	Таблицы атомных и связевых рефракций. Таблицы экзальтаций. Примеры решения типовых задач. Рефракционная дисперсия и возможности использования её в органическом анализе.	2	Устный опрос	0	2	[1],[2],[3], [4],[12], [13], [15]
8	Метод дипольных моментов. Поляризация неполярного вещества в постоянном электрическом поле. Поляризуемость. Молярная поляризация. Поляризация полярных веществ. Уравнение Ланжевена—Дебая. Первый метод Дебая. Поляризация в переменных электрических полях. Второй метод Дебая	2	2	Связь между строением молекул и их дипольными моментами. Дипольные моменты органических молекул и внутреннее вращение. Применение метода дипольных моментов в структурном анализе. Решение исследовательских задач.	2	Устный опрос	0	5	[1],[2],[3], [4],[12]
9	Поляриметрические методы в органической химии. Понятие об оптически активных веществах. Физические основы явления оптической активности. Природа оптического вращения. Понятие о плоско поляризованном свете. Вращение плоскости поляризации. Схема поляриметра. Зависимость величины угла вращения плоскости поляризации от условий измерения. Зависимость угла вращения от длины волны. Удельное и молекулярное вращение. Применение поляриметрии в монохроматическом свете. Количественное определение оптически активных соединений. Молекулярное вращение гомологов и производных. Правило Чугаева. Эмпирические правила для определения конфигурации молекул. Метод Брюстера. Метод разности углов вращения. Спектрополяриметрия. Принцип устройства спектрополяриметра. Виды кривых дисперсии оптического вращения. Эффект Коттона. Понятие о правиле октантов. Определение относительной и абсолютной конфигурации.	2	2	Применение плавных кривых дисперсии оптического вращения (доказательство наличия оптической активности, выявление структурных аналогий). Круговой дихроизм. Поглощение лучей с различной круговой поляризацией. Связь кругового дихроизма и вращательной силы перехода. Схема эксперимента. Формирование лучей с круговой поляризацией. Взаимосвязь дисперсии оптического вращения и кругового дихроизма. Применение дисперсии оптического вращения и кругового дихроизма в органической химии.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	2	[1],[2],[3], [4], [12], [23]
10	Спектроскопические методы исследования в органической химии. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением. Закон Планка-Бора. Поглощение излучения и его эмиссия. Понятие об абсорбционной и эмиссионной спектроскопии.	2	2	Характеристика электромагнитного излучения. Понятие об электронных, колебательных и вращательных переходах. Энергетическая характеристика переходов и классификация методов абсорбционной спектроскопии.	2	Устный опрос	0	2	[1],[2],[3], [4], [12], [21], [23]
11	Электронная абсорбционная спектроскопия. Принципиальная схема оптического спектрофотометра. Основной закон светопоглощения Ламберта-Бугера-Бера. Понятие электронного спектра. Способы графического изображения электронных спектров. Энергетические уровни двухатомных молекул. Принцип Франка-Кондона. Электронные спектры многоатомных молекул. Классификация электронных переходов. Интенсивности электронных переходов. Правила отбора. Возбуждённые состояния молекул. Понятие о синглетных и триплетных	2	2	Электронные спектры основных классов органических соединений: алканов и циклоалканов, ненасыщенных углеводородов, карбонильных соединений, азотсодержащих соединений, нитросоединений, ароматических соединений. Эффекты сопряжения в электронных спектрах. Эмпирические правила вычисления максимумов $\pi \rightarrow \pi^*$ -полос поглощения в сопряжённых системах:	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	3	[1],[2],[3], [4],[12], [21], [23]

	состояниях. Пути дезактивации возбуждённых состояний. Схема дезактивации возбуждения молекул. Флуоресценция и фосфоресценция. Влияние межмолекулярных взаимодействий на электронные спектры. Структура органических молекул и электронные спектры. Хромофоры и ауксохромы. Пространственные эффекты в электронных спектрах. Использование электронных спектров для определения строения органических молекул. Примеры.			в диенах и полиенах (правила Физера—Вудворда), сопряжённых карбонилсодержащих соединениях (правила Вудвода-Физера), производных бензола (для полосы переноса электрона).					
12	Методы колебательной спектроскопии. Основы классической теории колебательных спектров. Гармонический осциллятор. Колебания двухатомной молекулы. Закон Гука. Эмпирическая формула Морзе. Валентные и деформационные колебания.	2	2	Правила отбора в инфракрасных (ИК) и комбинационно рассеянных (КР) спектрах. Квантовомеханическое представление колебательных спектров.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	3	[1],[2],[3], [4], [12], [21], [23]
13	Инфракрасная спектроскопия. Блок-схема двухлучевого ИК-спектрофотометра. Выбор оптимальных условий съёмки: толщина слоя поглощающего вещества, характер призмы, ширина выходной щели монохроматора, степень усиления сигнала детектора, скорость развёртки спектра. Наиболее распространённые недостатки инфракрасных спектрограмм, способы их устранения. Особенности ИК-спектров важнейших классов органических соединений. Парафины и циклопарафины. Олефины. Ацетилены. Ароматические углеводороды. Спирты. Простые эфиры. Амины. Нитрилы. Нитро-соединения. Галогенпроизводные. Сернистые соединения. Применение ИК-спектров для идентификации (отождествления) веществ. Область "отпечатков пальцев". Истолкование второстепенных различий в спектрах. Особенности отождествления кристаллических веществ. Проблема документации в молекулярной спектроскопии. Атласы и каталоги ИК-спектров. Применение персональных компьютеров при интерпретации ИК-спектров.	2	2	Структурный анализ по характеристическим частотам. Важнейшие характеристичные полосы поглощения в области основных частот колебаний органических молекул. Проведение структурного анализа по инфракрасным спектрам. Сводные таблицы характеристических частот. Подтверждение отнесения частот. Использование результатов других методов исследования при толковании ИК-спектров. Типичные задачи структурного анализа, разрешаемые средствами ИК-спектроскопии. Определение положения заместителей в бензольном кольце. Определение степени разветвлённости углеродных цепей. Определение положения двойных связей в углеродном скелете. Количественный анализ смесей по ИК-спектрам. Применение закона Ламберта-Бугера-Бера для многокомпонентных растворов. Выбор ключевых длин волн. Количественный анализ способом эталонов. Способ калибровочной кривой. Метод основной линии. Применение ИК-спектроскопии в экомониторинге. Определение примесей и контроль очистки веществ по ИК-спектрам.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	2	[1],[2],[3], [4],[18], [19], [20], [21], [23]
14	Спектроскопия комбинационного рассеяния. Схема эксперимента. Особенности техники спектроскопии комбинационного рассеяния света. Природа	2	2	Применение КР-спектров в структурном анализе. Примеры. Применение спектроскопии КР в анализе бензиновых	2	Устный опрос	0	1	[1],[2],[3], [4],[20], [21], [23]

	комбинационного рассеяния света. Необходимость применения спектроскопии комбинационного рассеяния для полной характеристики колебаний молекул.			фракций.					
15	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Магнитные свойства ядер. Явление ядерного магнитного резонанса в классической трактовке (прецессия магнитных моментов ядер во внешнем магнитном поле, векторная диаграмма). Квантово-механическая трактовка ЯМР и основное соотношение для резонансной частоты. Схема расщепления энергетических уровней ядер со спином $I=1/2$ в магнитном поле. Заселённость энергетических уровней. Принципиальная схема спектрометра ЯМР. Принцип работы. Электронное экранирование. Зависимость резонансных частот от магнитной восприимчивости и эффектов экранирования. Химический сдвиг и его измерение. Внешние и внутренние эталоны. Различные шкалы химических сдвигов и соотношение между ними. Использование химического сдвига в структурном анализе. Расчёт химических сдвигов протонов по аддитивной схеме. Таблицы химических сдвигов.	2	2	Тонкая структура сигналов ЯМР и её происхождение. Спин-спиновое взаимодействие. Константы спин-спинового взаимодействия. Простейшие типы спектров протонного магнитного резонанса (ПМР) высокого разрешения. Классификация спектров ПМР. Зависимость спектров ПМР от условий съёмки. Расшифровка спектров ПМР при структурном анализе. Примеры. Спектры ЯМР $^{13}\text{C}$ . Условия регистрации спектров ЯМР $^{13}\text{C}$ . Расшифровка спектров ЯМР $^{13}\text{C}$ . Примеры использования спектров ЯМР $^{13}\text{C}$ для определения строения молекул. Отражение обменных процессов в спектрах ЯМР. Понятие о динамическом ядерном магнитном резонансе (ДЯМР). Квадрупольная релаксация. Понятие о технике двойного резонанса. Примеры спектров двойного резонанса.	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	3	[1],[2],[3], [4],[12], [18], [23]
16	Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Физическая природа явления. Теоретические основы метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР): условие ЭПР, положение резонансного сигнала и g-фактор, электрон-ядерное взаимодействие и сверхтонкая структура спектра ЭПР, электрон-электронное взаимодействие и тонкая структура спектров ЭПР анизотропных систем. Вид спектров ЭПР простейших радикалов.	2	2	Особенности спектрометров ЭПР. Техника эксперимента. Возможности использования ЭПР в органической химии. Исследование механизмов органических реакций с одноэлектронным переносом методом ЭПР.	2	Устный опрос	0	3	[1],[2],[3], [4],[12], [23]
17	Масс-спектрометрия органических соединений. Ионизация атомов и молекул. Типы ионов: молекулярные, осколочные, перегруппировочные, метастабильные, отрицательные, многозарядные. Методы ионизации: метод ионизации электронным ударом, метод фотоионизации, ионизация электрическим полем, химическая ионизация, поверхностная ионизация, комбинированные методы ионизации. Принципиальная схема магнитного масс-спектрометра. Основное уравнение масс-спектрометрии. Характеристики масс-спектрометра.	2	2	Применение масс-спектрометрии в органической химии. Вид масс-спектра. Нормализованная форма масс-спектра. Выбор оптимальных условий записи масс-спектра. Основные закономерности фрагментации органических молекул при электронном ударе. Интерпретация масс-спектров при структурном анализе. Примеры структурного анализа по масс-спектрам. Другие области применения масс-спектрометрии в органической химии. Применение хроматомасс-спектрометрии в	2	Устный опрос, вопросы в рубежной контрольной работе	0	3	[1],[2],[3], [4], [11], [12],[23]

				органической химии.					
<b>18</b>	Методы изучения кинетики и механизмов органических реакций. Применение физико-химических методов для исследования кинетики органических реакций (кинетические методы). Изучение механизмов органических реакций с помощью изотопных методов.	2	2	Сtereoхимические методы изучения механизмов реакций. Комплексное применение физико-химических методов при исследовании механизмов органических реакций с одноэлектронным переносом. Моделирование органических реакций с одноэлектронным переносом. Проблемы исследования каталитических процессов.	2	Устный опрос	0	3	[1],[2],[3], [4],[12]
	<b>Текущая работа студента</b>						0	50	
	<b>Результаты компьютерного тестирования</b>						0	50	
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>36</b>		<b>0</b>	<b>100</b>	

## 6. Образовательные технологии

Для освоения дисциплины «Физические методы исследований» используются лекции, лекции-беседы, практические занятия, технология перспективно - опережающего обучения, модульная технология, технология проблемного обучения, технология решения исследовательских и проектных задач.

В качестве интерактивных методов обучения могут быть использованы: творческие задания, разработка проектов, исследовательский метод обучения, круглые столы, диспуты, семинары).

**Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия могут проводиться с использованием современных интерактивных технологий.**

**Лекция-диалог** – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

**Онлайн-семинар** – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.)

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

**Видео-лекция** – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

**Технология электронного обучения** (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

### Примечания

– Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

## 7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью (для очной формы обучения 36 часов) и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического, правового и статистического материала для подготовки к семинарским занятиям;

- подготовки к зачету.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

### **Методические рекомендации по написанию рефератов**

Реферат — письменная работа по определенной научной проблеме, краткое изложение содержания научного труда или научной проблемы. Он является действенной формой самостоятельного исследования научных проблем на основе изучения текстов, специальной литературы, а также на основе личных наблюдений, исследований и практического опыта. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения избранной проблемы и способствует приобщению студентов к научной деятельности.

Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.
2. Планирование исследования. Включает составление календарного плана научного исследования и плана предполагаемого реферата. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала, поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы; сообщение о предварительных результатах исследования; литературное оформление исследовательской проблемы; обсуждение работы (на семинаре и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подбранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Для разработки реферата достаточно изучение 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4. Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил: Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику; Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод); Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты; Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе MicrosoftWord и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – TimesNewRoman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная с третьей страницы. Номер проставляется арабскими цифрами сверху каждой страницы справа.



При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

### **Методические рекомендации по созданию мультимедийной презентации**

Структура и содержание презентации – это личное творчество автора. Полезно использовать шаблоны оформления для подготовки компьютерной презентации.

Слайды желательно не перегружать текстом, лучше разместить короткие тезисы. На слайдах необходимо демонстрировать небольшие фрагменты текста доступные для чтения на расстоянии; 2-3 фотографии или рисунка. Наиболее важный материал лучше выделить.

Таблицы с цифровыми данными плохо воспринимаются со слайдов, в этом случае цифровой материал, по возможности, лучше представить в виде графиков и диаграмм.

Не следует излишне увлекаться мультимедийными эффектами анимации. Особенно нежелательны такие эффекты как вылет, вращение, волна, побуквенное появление текста и т.д. Оптимальная настройка эффектов анимации – появление, в первую очередь, заголовка слайда, а затем — текста по абзацам. При этом если несколько слайдов имеют одинаковое название, то заголовок слайда должен постоянно оставаться на экране.

Чтобы обеспечить хорошую читаемость презентации необходимо подобрать темный цвет фона и светлый цвет шрифта. Нельзя также выбирать фон, который содержит активный рисунок.

Желательно подготовить к каждому слайду заметки по докладу. Затем распечатать их и использовать при подготовке или на самой презентации. Можно распечатать некоторые ключевые слайды в качестве раздаточного материала.

Необходимо обязательно соблюдать единый стиль оформления презентации и обратить внимание на стилистическую грамотность.

Следует пронумеровать слайды. Это позволит быстро обращаться к конкретному слайду в случае необходимости.

Рекомендации по содержанию и структуре слайдов мультимедийной презентации:

1-й слайд (титульный), на фоне которого студент представляет тему проекта, ФИО и научного руководителя.

2-й слайд. Включает в себя объект, предмет и гипотезу исследования.

3-й слайд. Содержит цель и задачи исследования. Цель проекта должна быть написана на экране крупным шрифтом. Здесь же, если позволяет место, можно написать и задачи. Задачи могут быть представлены и на следующем слайде.

4-й - слайд. Содержит структуру работы, которую можно предоставить, например, в виде графических блоков со стрелками. А также – перечисление применяемых методов и методик.

5-й - слайд. Представляется содержание и теоретическая значимость проекта. Суть решаемой проблемы может быть представлена в виде схем, таблиц, диаграмм, графиков, фотографий, фрагментов фильмов и т.п. На теоретическую часть представления проекта должно быть создано несколько слайдов.

6-й - слайд. Возможности применения результатов работы на практике. На эту тему также должно быть несколько слайдов.

7-й слайд. Главные выводы, итоги, результаты проекта целесообразно поместить на отдельном слайде. При этом не следует перечислять то, что было сделано, а лаконично изложить суть значимости проекта или полученных результатов исследования.

Последний слайд. В конец презентации желательно поместить слайд с текстом «Спасибо за внимание!».

## **Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Физические методы исследования»**

Практические занятия призваны научить студента самостоятельно работать с учебными текстами, анализировать материал. В начале занятия рекомендуется рассмотреть соответствующий теоретический материал. Затем идет практический разбор изучаемого материала, решаются задачи из практикума, разбирается каждый конкретный пример.

В начале практического занятия следует обратить внимание на теоретические вопросы по теме занятия. Первоначально идет изложение теоретического материала темы занятия. Затем в ряде вопросов преподавателя следует сконцентрировать внимание на основных идеях темы занятия. Вопросы должны включать в себя различные вариации элементарных ситуаций, отображающих основные идеи темы занятия в их взаимной взаимосвязи. Задаваемые вопросы должны быть конкретными и максимально проявлять в студентах их сообразительность.

**Устный опрос** требует от преподавателя большой предварительной подготовки: тщательного отбора содержания, всестороннего продумывания вопросов, задач и примеров, которые будут предложены, путей активизации деятельности всех студентов группы в процессе проверки, создания на занятии деловой и доброжелательной обстановки.

**Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.**

**Фронтальный опрос** проводится в форме беседы преподавателя с группой.

Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что на активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

**Индивидуальный опрос** предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов. Чтобы сделать такую проверку более глубокой, необходимо ставить перед студентами вопросы, требующие развернутого ответа.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Вопросы обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы студенты поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента.

**Письменная проверка** наряду с устной является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, попытаться объективности оценки результатов обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе (выполнение домашних заданий).

## **Методические рекомендации по использованию информационно-коммуникативных технологий обучения**

Для изучения лекционного материала дисциплины применяются аудиовизуальные (мультимедийные) технологии, которые не отрицают традиционные, проверенные временем методы преподавания, но, при этом, они повышают наглядность, информативность, оперативность в подаче информации, позволяют экономить время занятий.

Каждое семинарское занятие имеет свою особую форму проведения, свою методологическую специфику, что позволяет развивать у студентов различные как общекультурные, так и профессиональные компетенции. Постановка проблемы, разбор актуальных конкретных и гипотетических ситуаций, создание атмосферы диалога между преподавателем и группой позволяет работать индивидуально и в малых группах, коллективно обсуждать определенный тематический материал, а также инициировать самостоятельную работу студентов. При осмыслении содержания вопросов практических занятий преследуется цель соблюдать преемственность в профессиональном и в творческом развитии студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов призван сделать процесс обучения более целостным и органичным. Его задача не оставить без внимания даже, на первый взгляд, малозначительные вопросы.

Компьютерное тестирование позволяет осуществлять итоговый контроль знаний студентов. Тестовый материал включает в себя содержание вопросов по каждому из обозначенных программой разделов.

Каждый вопрос предполагает несколько вариантов ответов, среди которых имеются абсолютно неверный, правильный и в большей или меньшей степени раскрывающий сущность вопроса. В процессе компьютерного тестирования задача студентов определяется как выбор правильного ответа из многообразия вариантов. В тестовых заданиях есть вопросы на соответствие. В процессе компьютерного тестирования, задача студента определяется как выбор правильного ответа из многообразия вариантов.

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: подготовку устных докладов, написанию рефератов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

### **Виды контроля.**

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

**Текущий контроль** – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают *опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания*, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

### **Методика формирования результирующей оценки.**

Итоговая оценка складывается как средневзвешенная по результатам всех оцениваемых работ на протяжении семестра, куда входят посещение лекций и семинаров, ответы и дополнения на семинарах, контрольные работы (контрольные срезы по итогам модуля), дополнительные оценки по рефератам в сумме с итоговыми результатами балльно-рейтингового тестирования.

Проведение текущего и промежуточного контроля по дисциплине осуществляется в соответствии с Положением СОГУ.<sup>1</sup>

### **БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ**

<i>Форма контроля</i>	Макс. кол-во баллов
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях (подготовка к семинарам, выполнения домашних заданий)	7
• Выполнения контрольной работы	10
• Подготовка рефератов, презентаций к практическим занятиям	8
1-я рубежная письменная контрольная работа (тестирование)	25
Текущая оценка студента в течение 10-15 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях (подготовка к семинарам, выполнения домашних заданий)	7
• Выполнения контрольной работы	10
• Подготовка рефератов, презентаций к практическим занятиям	8
2-я рубежная письменная контрольная работа (тестирование)	25
<b>Итого</b>	<b>100</b>

### **Методика формирования результирующей оценки.<sup>2</sup>**

В ходе текущего контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

**1 –я рубежная аттестация - максимально 50 баллов; из них:**

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или указывается используемая при изучении данной дисциплины форма (письменная работа, коллоквиум, эссе и т.д.);

От 0 до 25 баллов(текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

**2-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов; из них:**

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка)– активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

Промежуточный контроль:

**Для зачета:**

За устный ответ на зачете студент получает 0-50 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов автоматически получают «Зачет».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

### **Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине**

Система оценок СОГУ		
Сумма баллов	Название	Числовой эквивалент
86 - 100	отлично	5
71-85	хорошо	4
56-70	удовлетворительно	3

<sup>1</sup> Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры и специалитета в СОГУ.(в последней редакции от 08.07.20 г. Пр.№ 173)

<sup>2</sup> В соответствии с Положением о БРС оценивания обучающихся очной формы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и специалитета в ФГБОУ ВО СОГУ (от 05.03.2018 г., пр.№ 47)

### Тематика рефератов

1. Современные методы установления структуры генома.
2. Современная ЭПР-спектроскопия и ее использование в биофизических исследованиях.
3. ЯМР-спектроскопические методы исследования белок-белкового взаимодействия.
4. Фемтосекундные лазеры в исследованиях механизмов фотосинтеза.
5. Установление первичной структуры белка с помощью масс-спектрологии.
6. Методы аффинной хроматографии.
7. Атомно-эмиссионный анализ в химической промышленности.
8. Атомно-абсорбционный анализ в химической промышленности.
9. Рентгенофлуоресцентный анализ в химической промышленности.
10. Термический анализ в химической промышленности.
11. ОЖЕ-электронная спектроскопия.
12. Физико-химические методы определения золота
13. Физико-химические методы определения титана.
14. Физико-химические методы определения платины.
15. Физико-химические химические методы анализа сточных вод химико-фармацевтических предприятий.
16. Физико-химические методы установления строения органических соединений.
17. Электронная спектроскопия (УФ- и видимая область): типы электронных переходов и их энергия; основные параметры полос поглощения, смещение полос (батохромный и гипсохромный сдвиги) и их причины.
18. Инфракрасная (ИК) спектроскопия: типы колебаний атомов в молекуле (валентные, деформационные); характеристические частоты. Функционально-групповой анализ.
19. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Протонный магнитный резонанс (ПМР): химический сдвиг, спин-спиновое расщепление.
20. Масс-спектрометрия: виды ионов (молекулярные, осколочные, перегруппировочные. Изотопный состав. Установление молекулярной формулы. Основные типы фрагментации. Масс-спектральные серии ионов основных классов органических соединений.

### Оценочный лист защиты рефератов (докладов)

Наименование показателя	Выявленные недостатки и замечания	Баллы
<b>1. КАЧЕСТВО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА, ДОКЛАДА)</b>		
1. Грамотность изложения и качество оформления работы		1
2. Самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала, использование рекомендованной и справочной литературы		2
3. Обоснованность и доказательность выводов		1
Общая оценка за выполнение ИР		4
<b>II. КАЧЕСТВО ДОКЛАДА</b>		
1. Соответствие содержания доклада содержанию работы		0,5
2. Выделение основной мысли работы		0,5
3. Качество изложения материала		1,5

Общая оценка за доклад		2,5
III. ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАБОТЫ		
Вопрос 1		0,5
Вопрос 2		0,5
Вопрос 3		0,5
Общая оценка за ответы на вопросы		1,5
ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА ЗА ЗАЩИТУ		8

### Темы презентаций

1. Концепция хромофоров и аукохромофоров.
2. Понятие о нормально-координатном анализе.
3. Концепция групповых колебаний и её ограничения. Симметрия колебаний.
4. Радиационные и нерадиационные переходы.
5. Двухфотонные переходы. Рэлееское и комбинационное рассеяние света.
6. Способы упрощения сложных спектров.
7. Метод меченных атомов.
8. Магнетохимия. Методы определения энергетических характеристик веществ.

### Критерии оценивания студента за подготовку презентации

Критерии/баллы	8	6	4 (требует доработки)	2
Содержание презентации	Четко сформулирована цель и раскрыта тема исследования. В краткой форме дана полная информация по теме исследования и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.	Сформулирована цель и тема исследования. Частично изложена информация по теме исследования и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.	Сформулирована цель и тема исследования. Содержание полностью не раскрыто. Информация по теме исследования неточна. Проблема до конца не решена. Не даны ссылки на используемые ресурсы.	Не сформулирована цель и тема исследования. Проблема не решена.
Дизайн презентации	Соблюдается единый стиль оформления. Презентация красочная и интересная. Используются эффекты анимации, фон, фотографии. В презентации присутствуют авторские находки.	Соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Используются некоторые эффекты и фон.	Не соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Эффекты и фон не используются.	Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании.
Представление презентации	Автор хорошо владеет материалом по теме исследования. Использует научную терминологию. Обладает навыками ораторского искусства. Полно и точно цитируется использованная литература	Автор владеет материалом по теме исследования, но не смог заинтересовать аудиторию. Недостаточно цитируется литература.	Автор не показал компетентности в представлении презентации. Использованные факты не вызывают доверия. Недостаточно цитируется литература.	Представлены искаженные данные

## Типовые задания для практических (семинарских) занятий

Указания по отдельным темам практических и семинарских занятий:

### *Методы масс-спектрометрии.*

Идентификация веществ по масс-спектрам. Установление химического строения. Определение термодинамических характеристик веществ и реакций.

### *Методы определения электрических дипольных моментов молекул.*

Расчёты дипольных моментов по данным для первого и второго методов Дебая. Анализ точности экспериментальных данных.

### *Методы определения геометрии молекул.*

Расчёты геометрии молекул из данных по величинам моментов инерции для молекул с различным числом атомов. Анализ кривых радиального распределения в газовой электронографии.

### *Методы колебательной спектроскопии.*

Классическое рассмотрение колебаний многоатомных молекул. Введение естественных координат. Учёт симметрии. Определение частот колебаний для двухатомных молекул. Определение симметрии молекул по данным ИК и КР спектров. Использование групповых частот в структурном анализе.

### *Методы электронной спектроскопии.*

Классификация и отнесение электронных переходов и соответствующих полос поглощения в УФ и видимых спектрах. Применение электронных спектров.

Применение методов абсорбционной ИК и УФ спектроскопии в количественном анализе, исследование равновесий и кинетики реакций.

### *Методы исследования естественной и искусственной оптической активности веществ.*

Расчёт вращательных сил электронных переходов из данных методов кругового дихроизма (КД) и дисперсии оптического вращения (ДОВ). Использование правила октантов для определения абсолютной конфигурации и конформации производных циклогексана.

### *Резонансные методы.*

Определение структуры молекулы по химическим сдвигам и спин-спиновым расщеплениям в спектрах ЯМР.

Динамический ЯМР, изучение обменных процессов и других быстро протекающих процессов.

Структура спектров ЭПР, изучение кинетики и механизмов реакций методом ЭПР.

## Литература к разделу:

1. Луков, В.В. Физические методы исследования в химии / В.В. Луков, И.Н. Щербаков. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 216 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461932> (дата обращения: 18.11.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2023-7. – Текст: электронный.
2. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев, Ю.Н. Медведев, М.И. Токарев и др. – Издание второе, переработанное и дополненное. – Москва: Прометей, 2015. – 196 с.: схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426720> (дата обращения: 18.11.2019). – ISBN 978-5-9906134-6-1. – Текст: электронный.
3. Звеков, А.А. Спектральные методы исследования в химии / А.А. Звеков, В.А. Невоструев, А.В. Каленский; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015. – 124 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437497> (дата обращения: 18.11.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-1823-0. – Текст: электронный.
4. Попова, Л.Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии / Л.Ф. Попова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2014. – 264 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436184> (дата обращения: 18.11.2019). – Библиогр.: с. 255. – ISBN 978-5-261-01007-4. – Текст: электронный.
5. Сальникова, Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение / Е.В. Сальникова, Т.Г. Мишукова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 122 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481799> (дата обращения: 18.11.2019). – Библиогр.: с. 116. – ISBN 978-5-7410-1725-8. – Текст: электронный.

6. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа / И.Н. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Издательство КНИТУ, 2013. – 236 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259010> (дата обращения: 18.11.2019). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1454-2. – Текст: электронный.

### Типовые тестовые задания для рубежного контроля

1. Какая характеристика метода не соответствует вольтамперометрии?
  - а) метод позволяет проводить качественный и количественный анализ;
  - б) анализ проводится с использованием микро- и ультрамикроэлектродов;
  - в) метод имеет низкую чувствительность;
  - г) объектом анализа могут быть окрашенные и мутные растворы;
2. В каких координатах строятся кривые амперометрического титрования?
  - а)  $I_d = f(C)$ ;
  - б)  $I_d = f(E)$ ;
  - в)  $I_d = f(V_{\text{титр.}})$ ;
  - г)  $E = f(V_{\text{титр.}})$ .
3. Какой электрический параметр является аналитическим сигналом в методах прямой кондуктометрии?
  - а) удельная электропроводность;
  - б) сила тока;
  - в) эквивалентная электропроводность;
  - г) предельная эквивалентная электропроводность
4. К какой группе электродов относится индикаторный электрод для определения жесткости воды?
  - а) электроды первого рода;
  - б) стеклянные ионоселективные электроды;
  - в) ионоселективные электроды с твердой мембраной;
  - г) ионоселективные электроды с жидкой мембраной
5. Вставьте пропущенное выражение в формулировке закона Гесса:  
"Тепловой эффект химической реакции..... от пути, по которому протекает реакция; он определяется только видом и состоянием исходных веществ и продуктов"
  - а) зависит
  - б) не зависит
  - в) отличается
  - г) не отличается.
6. Вставьте пропущенное слово: «Тепловой эффект химической реакции равен разности сумм теплот ..... продуктов реакции и сумм теплот ..... исходных веществ»
  - а) плавления
  - б) сгорания
  - в) нейтрализации
  - г) образования
  - д) диссоциации.
7. Укажите правильное уравнение Кирхгофа
  - а)  $\Delta H_2 = \Delta H_2 - \Delta H_1$



- б)  $\Delta C_p = \Delta H_2 - \Delta H_1$   
 в)  $\Delta H_1 = \Delta H_2 (T_2 - T_1)$   
 г)  $\Delta H_2 = \Delta C_p (T_1 - T_2)$   
 д)  $\Delta H_2 = \Delta H_1 + \Delta C_p (T_2 - T_1)$

8. Закончите определение: «Отношение количества поглощённой телом теплоты к изменению температуры, вызванному этим поглощением, называется ...»

- а) теплотой растворения  
 б) энтропией  
 в) тепловым эффектом  
 д) внутренней энергией  
 е) теплоемкостью.

9. Вставьте пропущенное слово: «Количество теплоты, затрачиваемой на нагревание одного моля вещества на один градус, называется....теплоёмкостью»

- а) удельной  
 б) истинной  
 в) изохорной  
 г) мольной  
 д) изобарной.

10. Вставьте пропущенное слово: «Количество теплоты, затрачиваемой на нагревание одного килограмма вещества на один градус, называется.... теплоёмкостью»

- а) удельной  
 б) изохорной  
 в) истинной  
 г) изобарной  
 д) мольной.

11. Критерием вероятного протекания самопроизвольного процесса при V,T - const является:

- а)  $\Delta G < 0$   
 б)  $\Delta A < 0$   
 в)  $\Delta H < 0$

12. Температурная зависимость константы химического равновесия выражается при V-const:

а)  $\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$

б)  $\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$

в)  $\Delta G^0 = - RT \ln K_p$

13. Температурная зависимость константы химического равновесия выражается при P-const:

а)  $\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$

$$\text{б) } \frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

$$\text{в) } \Delta G^0 = -RT \ln K_p$$

14. Температурная зависимость теплового эффекта при V-const выражается уравнением Кирхгофа в дифференциальной форме:

$$\text{а) } \frac{d \Delta U}{dT} = \Delta C_v$$

$$\text{б) } \frac{d \Delta H}{dT} = \Delta C_p$$

15. Зависимость между термодинамическими потенциалами и константой химического равновесия при V-const выражается:

$$\text{а) } \Delta G^0 = -RT \ln K_p$$

$$\text{б) } \Delta A^0 = -RT \ln K_c$$

$$\text{в) } \frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$$

16. Если все компоненты следующей реакции являются газами:  $A + 3B = C$  соотношение между  $K_c$  и  $K_p$  равно:

$$\text{а) } K_p = K_c(RT)^{-3}$$

$$\text{б) } K_p = K_c RT$$

$$\text{в) } K_p = K_c(RT)^2$$

17. Каково соотношение между  $C_p$  и  $C_v$  для идеального газа?

$$\text{а) } C_p = C_v + R$$

$$\text{б) } C_p / C_v = R$$

$$\text{в) } C_p = C_v + RT$$

18. Молярная теплоёмкость при постоянном давлении имеет размерность:

$$\text{а) } \text{Дж/моль}$$

$$\text{б) } \text{Дж/кг}$$

$$\text{в) } \text{Дж/К}$$

$$\text{г) } \text{Дж/кг} \cdot \text{К}$$

$$\text{д) } \text{Дж/моль} \cdot \text{К}$$

19. Удельная изобарная теплоёмкость имеет размерность:

$$\text{а) } \text{Дж/моль}$$

$$\text{б) } \text{Дж/кг}$$

$$\text{в) } \text{Дж/К}$$

$$\text{г) } \text{Дж/кг} \cdot \text{К}$$

$$\text{д) } \text{Дж/моль} \cdot \text{К}$$

20. По закону Гесса, если процесс идёт при постоянном давлении или при постоянном объёме, то тепловой эффект химической реакции (2 правильных ответа):

а) зависит от начального и конечного состояния реагирующих веществ

б) не зависит от начального и конечного состояния реагирующих веществ

в) зависит от пути, по которому реакция протекает

г) не зависит от пути, по которому реакция протекает

21. Тепловой эффект химической реакции по теплотам образования и сгорания реагентов и продуктов с учётом их стехиометрических коэффициентов равен (2 правильных ответа):

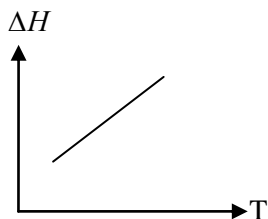
а)  $\Delta H_{\text{реак}} = \sum(\Delta H_{\text{обр}})_{\text{реаг}} - \sum(\Delta H_{\text{обр}})_{\text{прод}}$

б)  $\Delta H_{\text{реак}} = \sum(\Delta H_{\text{обр}})_{\text{прод}} - \sum(\Delta H_{\text{обр}})_{\text{реаг}}$

в)  $\Delta H_{\text{реак}} = \sum(\Delta H_{\text{сгор}})_{\text{прод}} - \sum(\Delta H_{\text{сгор}})_{\text{реаг}}$

г)  $\Delta H_{\text{реак}} = \sum(\Delta H_{\text{сгор}})_{\text{реаг}} - \sum(\Delta H_{\text{сгор}})_{\text{прод}}$

22. В соответствии с уравнением Кирхгофа и на основании графика



можно утверждать, что для исследуемой реакции изменение теплоёмкости:

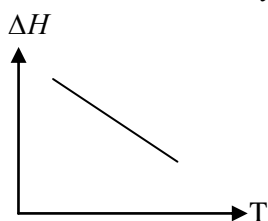
а)  $\Delta C_p < 0$

б)  $\Delta C_p > 0$

в)  $\Delta C_p = 0$

г)  $\Delta C_p = \infty$

23. В соответствии с уравнением Кирхгофа и на основании графика



можно утверждать, что для исследуемой реакции изменение теплоёмкости:

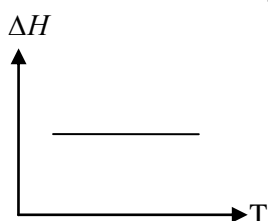
а)  $\Delta C_p < 0$

б)  $\Delta C_p > 0$

в)  $\Delta C_p = 0$

г)  $\Delta C_p = \infty$

24. В соответствии с уравнением Кирхгофа и на основании графика



можно утверждать, что для исследуемой реакции изменение теплоёмкости:

а)  $\Delta C_p < 0$

б)  $\Delta C_p > 0$

в)  $\Delta C_p = 0$

г)  $\Delta C_p = \infty$

25. Вставьте пропущенное слово: «Тепловой эффект реакции образования вещества из простых веществ, отвечающих наиболее .....состоянию элементов, называется теплотой образования».

а) твердому

б) простому

мягкому  
в) устойчивому  
г) неустойчивому.

26. Теплота образования какого из приведённых веществ в стандартных условиях равна нулю?

- а)  $\text{CO}_2$
- б)  $\text{H}_2\text{O}$
- в)  $\text{HCl}$
- г)  $\text{CuSO}_4$
- д)  $\text{H}_2$

27. Выберите правильное соотношение между тепловыми эффектами реакции при постоянном давлении и при постоянном объёме:

$$\Delta H = \Delta U_R - \Delta nT$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$$

$$\Delta H = \Delta U_{RT} - \Delta n$$

$$\Delta H = \Delta U - \Delta nRT$$

$$\Delta H = \Delta U_T - \Delta nR$$

28. К методам хроматографии не относят

- а) газо-жидкостную хроматографию
- б) аффинную хроматографию
- в) потенциометрическую хроматографию
- г) ТСХ

29. Основным показателем в хроматографии является

- а)  $E$
- б)  $K$
- в)  $R_f$
- г)  $R_c$

30. Показатель преломления света не зависит

- а) природы вещества
- б) длины волны излучения
- в) частоты электромагнитных волн
- д) рефрактометра

### Задания для итоговой контрольной работы по курсу "Физические методы исследования"

#### Вариант №1

1. Химические и физические свойства молекул и веществ. Какие методы называются физическими методами исследования?
2. Какие методы ионизации используют в масс-спектрометрии? Почему используют различные методы ионизации?
3. В чём основные отличия рентгеноэлектронных и фотоэлектронных спектров? Приведите вид получаемых спектрограмм и сопоставьте их.
4. Что такое первый метод Дебая определения дипольных моментов молекул? Какова техника и методика эксперимента?

5. Приведите схему эксперимента в газовой электронографии. Перечислите условия его проведения.

#### Вариант №2

1. Общая характеристика физических методов исследования веществ в химии.
2. Какие типы ионов наблюдаются в масс-спектре? В каких условиях и для какого типа молекул мала вероятность образования молекулярного иона?
3. Какова кинетическая энергия фотоэлектрона, испускаемого с  $1s$ -орбитали атома углерода ( $E_{св} = 294 \text{ эВ}$ ) под действием излучения с энергией кванта  $E_{\gamma} = 1487 \text{ эВ}$ ?
4. В чём состоит эффект Штарка для полярных молекул?
5. На какие составляющие можно разделить полную интенсивность рассеяния молекулой в газовой электронографии?

#### Вариант №3

1. Дайте определение прямой и обратной задачи физического метода.
2. В чём состоит принципиальная схема масс-спектрометра? Приведите схему масс-спектрометра Демпстера.
3. Какими параметрами характеризуются фотоэлектронные спектры молекул? Что такое потенциалы ионизации или энергии адиабатической и вертикальной ионизации?
4. Что такое второй метод Дебая? Зависит ли определяемое значение дипольного момента от вида растворителя?
5. Каков характер зависимости молекулярной составляющей интенсивности рассеяния от геометрических и динамических параметров молекулы?

#### Вариант №4

1. Сформулируйте условия корректно поставленных задач исследования.
2. Назовите типы динамических масс-спектрометров? В чём их достоинства?
3. В чём суть релаксационного оже-процесса и рентгеновской флуоресценции?
4. Напишите уравнение Клаузиуса - Моссоти. Объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
5. Как решается задача нахождения межъядерных расстояний в молекуле тетра-фторида кремния в методе газовой электронографии (визуальная методика)?

#### Вариант №5

1. Классификация физических методов исследования. Какие методы относят к группе оптических методов исследования? В чём их особенность?
2. Каково основное уравнение магнитного масс-спектрометра? Как осуществляется фокусировка пучка ионов по направлению в магнитном поле?
3. Напишите уравнение Лорентца - Лоренца. Объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
4. Дайте определение химического сдвига в рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии. Приведите примеры использования химического сдвига в структурном анализе.
5. Сопоставьте параметры межъядерных расстояний в молекулах, получаемые методами вращательной спектроскопии и газовой электронографии.

#### Вариант №6

1. Назовите наиболее важные характеристики спектроскопических методов исследования. Что вы знаете о способах классификации методов спектроскопии?
2. Что называется разрешающей силой масс-спектрометра и чем она определяется?
3. Напишите уравнение Дебая и объясните физический смысл величин, входящих в него.

4. Чем характеризуются рентгеновские спектры поглощения? Каковы их параметры?
5. Что такое когерентное и некогерентное рассеяние электронов?

#### Вариант №7

1. Дифракционные методы исследования. Укажите области применения методов рентгенографии, электронографии и нейтронографии.
2. Как устанавливается брутто-формула вещества по его масс-спектру?
3. Покажите возможности метода ФЭС на примере установления последовательности расположения электронных уровней в молекуле азота.
4. Каковы проблемы при использовании аддитивной схемы для расчёта дипольных моментов молекул?
5. Почему для ускорения пучка электронов в методе газовой электронографии приходится использовать напряжение в 40 - 60 кВ?

#### Вариант №8

1. Как можно определить характеристическое время метода? Какое значение имеет характеристическое время метода при сравнении результатов, полученных различными методами? Покажите это на примере установления строения пентафторида фосфора.
2. Предположите пути фрагментации, приводящие к образованию ионов в масс-спектре бензилметилкетона  $m/e$  134, 119, 92, 91, 65, 51, 43.
3. Как энергия связи электрона  $E_{cv}$  на некотором уровне зависит от эффективных зарядов на данном атоме и окружающих атомах?
4. Как может быть использован метод дипольных моментов при установлении строения изомеров дихлорбензола?
5. Каковы условия задачи рассеяния пучка электронов молекулой?

#### Вариант №9

1. Какие физические методы относятся к группе методов диэлькометрии и магнетохимии? Каковы их возможности?
2. По следующим данным построить нормализованную форму масс-спектра:  

$m/e$	139	138	137	122	107	106
$I/I_{\max} \cdot 100\%$	0.48	5.8	70.0	26.1	65.5	100

  
и установить строение органического вещества.
3. Как коррелирует химический сдвиг в рентгеноэлектронной спектроскопии со степенью окисления атома элемента?
4. Как используются данные по дипольным моментам молекул при изучении поворотной изомерии? Приведите примеры.
5. Чем определяется значение атомной амплитуды рассеяния?

#### Вариант №10

1. Интеграция различных физических методов исследования. Примеры.
2. Каковы возможности метода электрического резонанса для определения дипольных моментов молекул?
3. Приведите примеры закономерностей диссоциативной ионизации органических соединений. Предположите пути фрагментации, приводящие к образованию ионов в масс-спектре метилизопропилкабинола:  
 $m/e$  134, 119, 92, 91, 65, 51, 43.
4. От чего зависит интенсивность фотоэлектронных пиков?

5. Перечислите возможности и ограничения в определении структуры молекул методом газовой электронографии.

#### **Вариант №11**

1. Дайте определение прямой и обратной задачи физического метода.
2. В чём состоит принципиальная схема масс-спектрометра? Приведите схему масс-спектрометра Демпстера.
3. Какими параметрами характеризуются фотоэлектронные спектры молекул? Что такое потенциалы ионизации или энергии адиабатической и вертикальной ионизации?
4. Что такое второй метод Дебая? Зависит ли определяемое значение дипольного момента от вида растворителя?
5. Каков характер зависимости молекулярной составляющей интенсивности рассеяния от геометрических и динамических параметров молекулы?

#### **Вариант №12**

1. Сформулируйте условия корректно поставленных задач исследования.
2. Назовите типы динамических масс-спектрометров? В чём их достоинства?
3. В чём суть релаксационного оже-процесса и рентгеновской флуоресценции?
4. Напишите уравнение Клаузиуса - Моссоти. Объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
5. Как решается задача нахождения межъядерных расстояний в молекуле тетра-фторида кремния в методе газовой электронографии (визуальная методика)?

#### **Вариант №13**

1. Классификация физических методов исследования. Какие методы относят к группе оптических методов исследования? В чём их особенность?
2. Каково основное уравнение магнитного масс-спектрометра? Как осуществляется фокусировка пучка ионов по направлению в магнитном поле?
3. Напишите уравнение Лорентца - Лоренца. Объясните физический смысл величин, входящих в это уравнение.
4. Дайте определение химического сдвига в рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии. Приведите примеры использования химического сдвига в структурном анализе.
5. Сопоставьте параметры межъядерных расстояний в молекулах, получаемые методами вращательной спектроскопии и газовой электронографии.

#### **Вариант №14**

1. Назовите наиболее важные характеристики спектроскопических методов исследования. Что вы знаете о способах классификации методов спектроскопии?
2. Что называется разрешающей силой масс-спектрометра и чем она определяется?
3. Напишите уравнение Дебая и объясните физический смысл величин, входящих в него.
4. Чем характеризуются рентгеновские спектры поглощения? Каковы их параметры?
5. Что такое когерентное и некогерентное рассеяние электронов?

#### **Вариант №15**

1. Дифракционные методы исследования. Укажите области применения методов рентгенографии, электронографии и нейтронографии.
2. Как устанавливается брутто-формула вещества по его масс-спектру?
3. Покажите возможности метода ФЭС на примере установления последовательности расположения электронных уровней в молекуле азота.
4. Каковы проблемы при использовании аддитивной схемы для расчёта дипольных моментов молекул?

5. Почему для ускорения пучка электронов в методе газовой электронографии приходится использовать напряжение в 40 - 60 кВ?

#### Вариант №16

1. Как можно определить характеристическое время метода? Какое значение имеет характеристическое время метода при сравнении результатов, полученных различными методами? Покажите это на примере установления строения пентафторида фосфора.
2. Предположите пути фрагментации, приводящие к образованию ионов в масс-спектре бензилметилкетона  $m/e$  134, 119, 92, 91, 65, 51, 43.
3. Как энергия связи электрона  $E_{cv}$  на некотором уровне зависит от эффективных зарядов на данном атоме и окружающих атомах?
4. Как может быть использован метод дипольных моментов при установлении строения изомеров дихлорбензола?
5. Каковы условия задачи рассеяния пучка электронов молекулой?

#### Вариант №17

1. Какие физические методы относятся к группе методов диэлькометрии и магнетохимии? Каковы их возможности?
2. По следующим данным построить нормализованную форму масс-спектра:

$m/e$	139	138	137	122	107	106
$I/I_{\max} * 100\%$	0.48	5.8	70.0	26.1	65.5	100

и установить строение органического вещества.
3. Как коррелирует химический сдвиг в рентгеноэлектронной спектроскопии со степенью окисления атома элемента?
4. Как используются данные по дипольным моментам молекул при изучении поворотной изомерии? Приведите примеры.
5. Чем определяется значение атомной амплитуды рассеяния?

#### Вариант №18

1. Интеграция различных физических методов исследования. Примеры.
2. Каковы возможности метода электрического резонанса для определения дипольных моментов молекул?
3. Приведите примеры закономерностей диссоциативной ионизации органических соединений. Предположите пути фрагментации, приводящие к образованию ионов в масс-спектре метилизопропилкарбинола:  
 $m/e$  134, 119, 92, 91, 65, 51, 43.
4. От чего зависит интенсивность фотоэлектронных пиков?
5. Перечислите возможности и ограничения в определении структуры молекул методом газовой электронографии.

#### Образец билетов по дисциплине "Физические методы исследования"

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова

Кафедра *органической химии*

Курс *физические методы исследования*

#### Билет № 1

1. Общая характеристика физических методов исследования в химии. Прямая и обратная задачи метода. Условия корректно поставленной задачи. Классификация методов исследования.



2. Происхождение фотоэлектронных и рентгеновских спектров. Понятие о флуоресценции. Оже-электронные спектры.
3. Законы поглощения света.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова**

**Кафедра** *органической химии*

**Курс** *физические методы исследования*

**Билет № 2**

1. Метод масс-спектрометрии. Сущность метода. Способы ионизации. Принципиальная схема масс-спектрометра Демпстера. Основное уравнение масс-спектрометрии.
2. Что такое химический сдвиг в фотоэлектронных спектрах? Примеры.
3. Типы электронных переходов.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова**

**Кафедра** *органической химии*

**Курс** *физические методы исследования*

**Билет № 3**

1. Спектроскопические методы исследования. Энергетическая характеристика различных методов спектроскопии. Классификация методов спектроскопии.
2. Как определяются потенциалы ионизации с помощью методов фотоэлектронной спектроскопии?
3. Закон Гука и его применение в колебательной спектроскопии.

**Вопросы для подготовки к зачету по дисциплине  
«Физические методы исследования»**

1. Дайте общую характеристику физических методов в химии.
2. Какие методы масс-спектрометрии используются в химии?
3. Какие физико-химические характеристики можно определить методами масс-спектрометрии?
4. Какие методы определения электрических дипольных моментов молекул используются в химии?
5. Что такое эффект Штарка для вращательных спектров?
6. Как микроволновые спектры и спектры комбинационного рассеяния используются для определения геометрии свободных молекул?
7. Что такое газовая электронография и как её используют в решении задач структурной химии?
8. Методы колебательной (ИК-, КР-) спектроскопии.
9. Как выражается колебательная энергия  $E_v$  в гармоническом приближении для многоатомной молекулы при квантово-механическом рассмотрении, и какие различают типы уровней энергии, переходов и частот в колебательных спектрах?
10. Как можно по колебательным спектрам определить точечную группу симметрии, к которой относится молекула?
11. Что такое характеристические или групповые частоты и как это понятие согласуется с определением нормальных колебаний?
12. Перечислите возможные применения методов колебательной спектроскопии в химии.
13. Какая аппаратура используется для получения колебательных ИК- и КР- спектров?
14. Методы электронной (УФ) спектроскопии.
15. Как классифицируются электронные переходы молекул и как относятся к ним наблюдаемые в спектрах полосы?

16. Укажите основные структурные и аналитические применения электронных спектров.
17. Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии.
18. Схематично поясните происхождение фото(рентгено)электронных спектров, рентгеновского поглощения и флюоресценции, оже-электронных спектров.
19. Что такое химический сдвиг в фото(рентгено) электронных спектрах?
20. Методы магнитного резонанса ядер и электронов.
21. Запишите условия ядерного и электронного резонансов. Что в них общего и в чём их отличия?
22. Каковы основные параметры, измеряемые в спектрах ЯМР, и какую они дают информацию?
23. Что такое динамический ЯМР?
24. Что такое  $g$ -фактор Ланде и что он отражает?
25. Перечислите и кратко охарактеризуйте методы множественного резонанса.
26. Методы квадрупольного и гамма-резонанса ядер.
27. Запишите и объясните общее классическое выражение энергии квадрупольного взаимодействия ядра с неоднородным электрическим полем окружения. В чём его отличие от выражения соответствующего квантово-механического оператора (гамильтониана)?
28. Какие параметры определяются в спектроскопии ЯКР и какую информацию они несут?
29. В чём суть и каковы условия наблюдения эффекта Мессбауэра?
30. Что такое изомерный (химический) сдвиг в мессбауэровской спектроскопии?
31. Абсолютная конфигурация молекул.
32. Что такое абсолютная конфигурация молекул?
33. Какие методы используются при исследовании оптически активных веществ?
34. Какие методы используются для определения главных значений эллипсоида поляризуемости молекул?
35. В чём состоит эффект Фарадея и метод МКД? Как они используются в химии?

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### Литература

#### *а) основная литература:*

1. Луков, В.В. Физические методы исследования в химии / В.В. Луков, И.Н. Щербаков. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 216 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461932>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2023-7. – Текст: электронный.
2. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев, Ю.Н. Медведев, М.И. Токарев и др. – Издание второе, переработанное и дополненное. – Москва: Прометей, 2015. – 196 с.: схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426720>. – ISBN 978-5-9906134-6-1. – Текст: электронный.
3. Звеков, А.А. Спектральные методы исследования в химии / А.А. Звеков, В.А. Невоструев, А.В. Каленский; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015. – 124 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437497>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-1823-0. – Текст: электронный.
4. Лыгина, Т.З. Физико-химические и адсорбционные методы исследования неорганических природных минеральных сорбентов / Т.З. Лыгина, О.А. Михайлова; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Казанский государственный технологический университет. – Казань: КГТУ, 2009. – 79 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258968>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-0682-0. – Текст: электронный.

5. Панова, Т.В. Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: [16+] / Т.В. Панова; Министерство образования и науки РФ, Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского. – Омск: ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, 2016. – 80 с.: табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563044>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7779-2052-2. – Текст: электронный.
6. Попова, Л.Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии / Л.Ф. Попова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2014. – 264 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436184>. – Библиогр.: с. 255. – ISBN 978-5-261-01007-4. – Текст: электронный.
7. Сальникова, Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение / Е.В. Сальникова, Т.Г. Мишукова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 122 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481799>. – Библиогр.: с. 116. – ISBN 978-5-7410-1725-8. – Текст: электронный.
8. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа / И.Н. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Издательство КНИТУ, 2013. – 236 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259010>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1454-2. – Текст: электронный.
9. Хроматографические методы анализа / Е.В. Пашкова, Е. Волосова, А.Н. Шипуля и др.; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 59 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484984>. – Библиогр.: с. 47-48. – Текст: электронный.
10. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. — М.: Мир, 2006. — 683 с.
11. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии / А.Т. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Техносфера, 2015. – 704 с.: ил., табл., схем. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496508>. – Библиогр.: с. 638-681. – ISBN 978-5-94836-409-4. – Текст: электронный.
12. Анри, В.А. Изучение поглощения ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в связи с строением молекул / В.А. Анри. – Петроград: б.и., 1919. – 218 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467338>. – Текст: электронный.

#### **б) дополнительная литература**

13. Ищенко, А.А. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества / А.А. Ищенко, Г.В. Гиричев, Ю.И. Тарасов. – Москва: Физматлит, 2012. – 615 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275474>. – ISBN 978-5-9221-1447-9. – Текст: электронный.
14. Путинцев, Н.М. Классическая теория поляризации молекулярных систем / Н.М. Путинцев, Д.Н. Путинцев. – Москва: Физматлит, 2011. – 176 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457681>. – ISBN 978-5-9221-1335-9. – Текст: электронный.
15. Пивоваров, С.С. Физические основы теории оптической и рентгеновской спектроскопии: [16+] / С.С. Пивоваров; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург:

Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2016. – 164 с.: схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458095>. – ISBN 978-5-288-05653-6. – Текст: электронный.

16. Звеков, А.А. Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях. Теоретические основы и приложения для элементного анализа: [16+] / А.А. Звеков, А.В. Каленский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет». – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2016. – 113 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481648>. – ISBN 978-5-8353-2044-8. – Текст: электронный.

17. Кузнечиков, О.А. Физико-химические методы контроля качества / О.А. Кузнечиков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. – Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. – 96 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434823>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-98276-750-9. – Текст: электронный.

18. Строганова, Е.А. Органическая химия: Практикум / Е.А. Строганова, П. Пономарева, М. Кiekпаев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013. – Ч. 3. Применение методов УФ, ИК и ПМР спектроскопии в структурном анализе органических соединений. – 115 с.: ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=260751>. – Текст: электронный.

19. Купцов, А.Х. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров / А.Х. Купцов, Г.Н. Жижин. – Москва: Техносфера, 2013. – 696 с.: схем., ил. – (Мир химии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273788>. – Библиогр.: с. 39-40. – ISBN 978-5-94836-360-8. – Текст: электронный.

20. Мельников М.Я., Экспериментальные методы химии высоких энергий / Под общ. ред. М.Я. Мельникова: учебное пособие - М.: Издательство Московского государственного университета, 2009. - 824 с. - ISBN 978-5-211-05561-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211055612.html> Режим доступа: по подписке.

21. Бёккер Ю., Спектроскопия / Бёккер Ю. - М. Техносфера, 2009. - 528 с. - ISBN 978-5-94836-220-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948362205.html> Режим доступа: по подписке.

22. Булидорова Г.В., Основы химической термодинамики (к курсу физической химии): учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская. - Казань: Издательство КНИТУ, 2011. - 218 с. - ISBN 978-5-7882-1151-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788211510.html> Режим доступа: по подписке.

23. Физические методы в неорганической химии / Драго, Рассел С.; пер. с англ. М.Е. Дяткиной. - М. : Мир, 1967. - 464с.

24. Органическая химия / Е.А. Строганова, И. Парщина, М. Кiekпаев, П. Пономарева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург: ОГУ, 2013. – Ч. Часть 2. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. – 126 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259297.html>

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (библиотека СОГУ):

- **Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ)**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»**  
Самостоятельная регистрация на сайте
- **ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **ЭБС «Юрайт» — образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям**  
Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- **Springer Customer Service Center GmbH** (база данных, содержащие электронные издания издательства Springer Nature за период 2011 — 2017 гг. (полнотекстовая коллекция в количестве 46 332 книг)

Сайт дистанционного обучения СОГУ <http://lms.nosu.ru/>

**Электронные ресурсы, обеспечивающие реализацию образовательных программ  
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»**

<b>№ №</b>	<b>Наименование Электронного ресурса</b>	<b>Принад леж ность</b>	<b>Адрес сайта</b>	<b>Сведения о право обладателе</b>	<b>№ договора на право использования ЭБС</b>	<b>Срок действия заключённого договора</b>	<b>Кол-во точек доступа/ пользователей</b>	<b>Характерист ика доступа</b>
1	<b>ЭБС "Университетская библиотека Online"</b>	Сторонняя	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	ООО «Некс- Медиа»	Договор № 135-06/14 от 12.09.2014 г.	12.09.2014 г.-11.09.2015 г.	7000	По IP-адресу безлимитный
					Договор № 167-08/15 от 12.09.2015 г.	12.09.2015 г.-11.03.2016 г.	7000	
					Договор № 58-02/16 от 09.03.2016 г.	12.03.2016г.-11.09.2016г.	7000	
					Договор № 202-08/16 от 24.08.2016 г.	12.09.2016 г.-11.03.2017 г.	7000	
					Договор № 069-02/17 от 13.03.2017	12.03.2017г. -11.03.2018г.	7000	
					Договор № 184-08/17 от 04.09.2017	12.09.2017-11.02.03.2018.	7000	
					Договор № 056-02/18 от 25.05.2018	16.04.2018г.- 16.10.2018г.	7000	
					Договор № 163-10/18 от 30.10.2018	17.10.2018г.-31.12.2018г.	7000	
					Договор № 21-02/2019 от 14.02.2019	01.01.2019г.- 30.06.2019г.	7000	
					Договор № 75-06,19 От 8.07.2019	01.07.19г.-31.12.2019г.	1000	
					Договор № 171-12,2019 от 10.02.2020	10.02.2020г. - 31.12.2020г.	1000	
2	<b>Электронная библиотека диссертаций РГБ (ЭБД РГБ)</b>	Сторонняя	<a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a>	ФГБУ "РГБ"	Договор № 095/040100 от 04. 04. 2014 г.	12.04.2014 г.-11.04.2015 г.	10	в читальном зале НБ СОГУ безлимитный
					Договор № 095/04/0216 от 18.05.2015 г.	18.05.2015 г.-17.05.2016 г.		

					Договор № 095/04/0308 от 24.08.2016 г.	23.09.2016 г.-22.03.2017 г.		
					Договор № 095/04/0199 от 08.11.2017 г.	27.11.2017г. по 26.05.2018г		
					Договор № 095/04/0135 от 15.10.2018	15.10.2018г.-15.01.2019г.		
					Договор № 095/04/0029 от 19.02.2019	01.03.2019г.- 31.05.2019г		
					Договор №095/04/0130 От 01.07.2019	05.08.2019г. -05.11.19г. В связи с пандемией доступ продлен до 23.11..2020г.		
3	<b>Электронная библиотека «Консультант студента»</b>	Сторонняя	<a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a>	ООО «ГЭОТАР»	Договор №174КС/09-2014 от 11.09.2014	20.09.2014г. - 20.09.2015г.	200 карт доступа	безлимитный
				ООО«Политех ресурс»	Договор №145СЛ/02-2019 от 27.02.2019г.	01.03.2019г.01.03.2020г.	300ключей доступа. 300 карт доступа	безлимитный
				ООО«Политех ресурс»	Договор №208СЛ/01-2020	26.01-2020г.-26.02.2021г.		
4	<b>Универсальная база данных «East-View»</b>	Сторонняя	<a href="http://dlib.eastview.com">dlib.eastview.com</a>	ООО «Ивис»	Договор № 77-П от 04.05.2016 г.	01.07.2016 г.-31.12.2016 г.	Кол-во доступов не ограничено	Безлимитный
					Договор № 310-П от 10.01.2017 г.	01.01.2017 г.-30.06.2017 г.		
5	<b>Научная электронная библиотека eLibrary.ru</b>	Сторонняя	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО "Научная электронная библиотека"	Лицензионное соглашение № 5051 от 02.09.2009 г.	Бессрочное	Кол-во доступов не ограничено	Безлимитный
	<b>База данных «ЭБС elibrary»</b>			ООО РУНЭБ	Договор № SU-20-12/2016-1 от 28.12.2016 г. Лицензионное соглашение № 4758	29.12.2016 г.-28.12.2026 г.	Кол-во доступов не ограничено	По IP-адресу безлимитный

6	<b>Электронная библиотека «Юрайт»</b>	Сторонняя	biblio-online.ru	ООО «Юрайт»	Договор № 1ЭЮ от 27.02.19	01.03.2019г. – 01.03.2020г.	Кол-во доступов не ограничено	По IP-адресу безлимитный
					Договор №32008816384	01.03.2020 г. -28.02 2021 г.	Кол-во доступов не ограничено	По IP-адресу безлимитный



### Рекомендуемые интернет-адреса по химии:

1. Weisberg M., Needham P., Hendry R. Philosophy of Chemistry (First published Mar 14, 2011) // The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edited by Edward N. Zalta. <http://plato.stanford.edu/entries/chemistry/>
2. HYLE. International Journal for Philosophy of Chemistry. <http://www.hyle.org/journal/concept.htm>
3. ГОСТы <http://www.vsegost.com>
4. <http://www.chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.
5. <http://chemport.ru/> - различные учебно-методические материалы по химии.
6. <http://ximicat.com/> - образовательный сайт.
7. <http://www.nehudlit.ru/books/subcat281.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.
8. <https://minobrnauki.gov.ru/> Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.
9. База данных Реферативных журналов ВИНТИ [http://www2.viniti.ru/index.php?id=238&Itemid=53&option=com\\_content&task=view](http://www2.viniti.ru/index.php?id=238&Itemid=53&option=com_content&task=view)
10. <https://www.edu.ru/> "Российское образование" Федеральный портал. Каталог образовательных интернет-ресурсов.
11. Российская государственная библиотека: <http://www.rsl.ru>
12. Научная электронная библиотека: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
13. Научная библиотека МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://www.lib.msu.ru>
14. Электронные химические библиотеки: [www.chemlib.ru](http://www.chemlib.ru), [www.chemist.ru](http://www.chemist.ru), [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru)

### Базы данных:

1. Scopus <https://www.scopus.com/>
2. Web of Science <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>

### Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)
1.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
2.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
3.	Антивирусное программное обеспечение KasperskyTotalSecurity	№17Е0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2018 до 14.03.2019 г, продлена до 2021 г.
4.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)
5.	CiscoWebex- Система проведения вебинаров.	ООО Айстекдоговор № Д83-2020 от 10.08.2020-10.08.2021 г.
6.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№795 от 26.12.2020 (действителен до 30.12.2021г) с ЗАО «Анти-Плагиат»
7.	Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw	Свободное программное обеспечение(бессрочно)
8.	Система тестирования Sunrav WEB Class	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)

1.	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ)	<a href="https://dvs.rsl.ru">https://dvs.rsl.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
2.	ЭБС"Университетская библиотека ONLINE"	<a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
3.	ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
4.	Универсальная баз данных East View	<a href="https://dlib.eastview.com">https://dlib.eastview.com</a> Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5.	ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом.	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ
6.	ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям	<a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a> Требуется регистрация в библиотеке СОГУ

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1.	Физические методы исследования	<b>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся::</b> преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, электронная кафедра с микрофоном, классная доска, интерактивное оборудование (ноутбук, проектор, интерактивная доска) Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Security Cloud); Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 307
		<b>Лаборатория Физико-химических методов анализа органических соединений для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся:</b> преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, кафедра, классная доска. Оборудование: Мультимедийный проектор с экраном (Мультимедийный проектор OPTOMA projector DX32, с потолочным креплением и наб. кабелей – 1 шт. Компьютер д/комп. класса Pentium 4-506 Foxconn 915 GL7MH-S 512 Mb ОЗУ+/клавиат – 1шт. Компьютер Pentium 4-506 Foxconn 915 GL7MH-S 512 Mb ОЗУ – 1шт. Компьютер в комплекте (Монитор (AOC E2250Swnk <Black>)//Системн – 3шт. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Security Cloud); Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия –Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 318

	<p>ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бесплатное ПО); Консультант плюс; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация)</p> <p>Лабораторное оборудование: Вытяжной шкаф - 1 шт. Потенциометр ПП-63М -1шт. Поляриметр круговой СМ-3 -1шт. Спектрофотометр ПЭ 5400 УФ -1шт. Термостат Huber CC-K6 – 1шт. Хромато-масс-спектрометр ThermoScientific - TRACE 1300 ISQ (Thermo Fisher Scientif – 1 шт. Компьютер Dell (системный блок+монитор) – 1шт. Потенциостат SP 50 – 1шт. Источник бесперебойного питания APC-SURT6000 – 1шт. Компенсограф ОН 814 – 1шт. Весы аналитические ВА-35 – 1 шт. Весы лабораторные прецизионные ЕТ-300П – 1шт. Печь муфельная СНОЛ -1шт. Мешалка верхнеприводная EUROSTAR 40 – 1шт. Мешалка магнитная IKA RST – 1шт. Мешалка магнитная многоместная б/под. – 1шт. Насос мембранный вакуумный V700 – 1шт. Насос вакуумный РВН-20 – 1шт. Холодильник двухкамерный SAMSUNG RT – 1шт.</p>	
	<p><b>Лаборатории: компьютерные классы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:</b> преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра, классная доска. Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте (12 рабочих мест) с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ; источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Security Cloud); Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация)</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 614</p>
	<p><b>Библиотека, в том числе читальный зал:</b> столы и стулья для обучающихся, компьютеры в комплекте (10 рабочих мест) с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Security Cloud); Консультант плюс; Гарант; Cisco Webex;</p> <p>ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" <a href="https://biblioclub.ru">https://biblioclub.ru</a></p> <p>ЭБС «Консультант студента» <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a></p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Церетели/Ватутина, дом 16/19, учебный корпус № 6</p>

	ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a>	
--	--	--

